

Departement für Nutztiere
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Vorsteher: Prof. Dr. med. vet. Heinrich Bollwein

Arbeit unter wissenschaftlicher Betreuung von
Prof. Dr. med. vet. Michael Hässig

**Vergleich der metabolischen Profile und der Bestandesscores sowie deren
Aussagefähigkeit in Bezug auf die Fütterung und Fruchtbarkeit in Schweizer
Milchviehbetrieben**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Annina Denise Hanimann

Tierärztin
von Mörschwil SG

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. med. vet. Michael Hässig, Referent
PD Dr. med. vet. Sonja Hartnack, Korreferentin

2019

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG.....	7
2. SUMMARY	8
3. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	9
4. LITERATURÜBERSICHT	11
4.1. Energiehaushalt einer Milchkuh.....	11
4.1.1. Fettstoffwechsel	11
4.1.1.1. Lipogenese	11
4.1.1.2. Lipolyse.....	11
4.1.1.3. Physiologische Regulatoren des Fettstoffwechsels	12
4.1.1.3.1. GH (Growth Hormone)	12
4.1.1.3.2. IGF-1 (Insulin Growth Factor-1)	12
4.1.1.3.3. Insulin.....	13
4.2. Energiehaushalt einer Milchviehherde.....	14
4.2.1. Milchleistung.....	14
4.2.2. Fruchtbarkeit	17
4.2.3. Krankheiten	19
4.2.4. Fütterung	19
4.3. Scoring einer Milchviehherde	20
4.3.1. Body Condition Score (BCS).....	20
4.3.2. Rumen Filling Score (RFS).....	22
4.3.3. Faeces Condition Score (FCS).....	22
4.3.4. Undigested Fraction Score (UFS)	23
4.4. Metabolische Profile einer Milchviehherde	24

4.5. Statistische Analyse.....	25
4.5.1. Bayes Netzwerk	25
5. TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....	26
5.1. Tiere und Betriebe.....	26
5.2. Material	27
5.2.1. Probenmaterial der metabolischen Profile	27
5.2.1.1. Harnanalysen	27
5.2.1.2. Blutchemische Analysen.....	27
5.2.2. Scoring der Milchkühe.....	28
5.2.2.1. Bestandesscores (BCS, RFS, FCS, UFS)	30
5.3. Methoden.....	32
5.3.1. Harnanalyse.....	32
5.3.2. Blutchemische Analyse.....	33
5.3.3. Statistik.....	35
6. RESULTATE.....	38
6.1. Allgemeine Betriebsdaten	39
6.1.1. Milchleistungsdaten auf Betriebsebene.....	40
6.1.2. Milchleistungsdaten während den Laktationsphasen.....	41
6.1.2.1. Milchfett.....	41
6.1.2.2. Milchprotein.....	42
6.1.2.3. Milchmenge	43
6.2. Metabolische Profile	44
6.2.1. Blutanalyse zur Überprüfung der Fütterung und der Fruchtbarkeit einer Milchviehherde	44
6.2.1.1. Während den Laktationsphasen	44
6.2.1.2. Auf Betriebsebene.....	46

6.2.1.2.1. Energieversorgung	46
6.2.1.2.2. Mineralstoffversorgung und Überprüfung Selen	62
6.2.2. Harnanalyse zur Überprüfung der Fütterung und der Fruchtbarkeit einer Milchviehherde	71
6.3. Scoring zur Überprüfung der Fütterung und der Fruchtbarkeit einer Milchviehherde	74
6.3.1. Während den Laktationsphasen	74
6.3.1.1. Zusammenfassung aller Bestandesscores	76
6.3.1.2. Einzelne Bestandesscores auf Betriebsebene.....	77
6.3.1.3. Betriebsunabhängige Bestandesscores	81
6.4. Zusammenhang einzelner Blutwerte und einzelner Bestandesscores	82
6.5. Zusammenhang einzelner Blutwerte und sämtlicher Bestandesscores	84
6.6. Zusammenhang der metabolischen Profile und aller Bestandesscores	84
7. DISKUSSION	86
7.1. Allgemeine Feststellungen	86
7.2. Metabolische Profile	87
7.2.1. Blutchemische Analyse.....	88
7.2.2. Harnanalyse.....	88
7.3. Scoring der Milchviehherden	88
7.3.1. Body Condition Score (BCS).....	89
7.3.2. Rumen Filling Score (RFS).....	90
7.3.3. Faeces Condition Score (FCS).....	90
7.3.4. Undigested Fraction Score (UFS)	90
7.4. Bayes Netzwerk.....	93
8. LITERATURVERZEICHNIS	96

9. ANHANG	108
-----------------	-----

10. DANKSAGUNG

11. CURRICULUM VITAE

1. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel bei der Schweizer Milchkuh mittels klassischer Regressionsmodellen metabolische Profile mit dem Body Condition Score (BCS), Rumen Filling Score (RFS), Faeces Condition Score (FCS) und Undigested Fraction Score (UFS) zu vergleichen um damit die Leistung und Gesundheit der gesamten Milchviehherde zu überprüfen. Zusätzlich sollen hierarchische Assoziationen mit dem Bayes Netzwerk einen besseren Einblick in die physiologischen Abläufe geben.

Zur Auswertung wurde das Bayes Netzwerk verwendet. Damit konnten die Zusammenhänge zwischen den metabolischen Profilen und den oben genannten Bestandesscores anhand von Verbindungslinien dargestellt werden. Die metabolischen Profile sind ein wichtiges Hilfsmittel in der Bestandesbetreuung. Dabei werden eine repräsentative Anzahl einzelner Milchkühe eines Bestandes in den verschiedenen Produktionsphasen untersucht. Mit Hilfe von blutchemischen Untersuchungen und Harnanalysen von zehn Milchkühen pro Betrieb wurde jeweils ein eigenes Profil erstellt. Von denselben Kühen wurden obige Scores erhoben. Die beprobten Kühe wurden individuell gefüttert und saisonal geweidet. Die Betriebe befanden sich im Schweizer Mittelland. Anhand der metabolischen Profile, die zwar teuer und zeitaufwändig sind, können zuverlässige Rückschlüsse auf die Fütterung und die Fruchtbarkeit einer Milchviehherde gemacht werden. Dabei sind die blutchemischen Untersuchungen, insbesondere die β -Hydroxybuttersäure (BHB), entscheidend. Das Scoring der Milchkühe hingegen ist kostengünstig und schnell erhoben. Der RFS hat eine besondere Bedeutung. Das Erheben der Bestandesscores ist ein adäquates Hilfsmittel in der alltäglichen Bestandesbetreuung eines Schweizer Nutztierpraktikers. Auf Betrieben mit metabolischen Erkrankungen, Leistungsabfall oder Fruchtbarkeitsstörungen ersetzt es aber für eine detaillierte Auswertung der Problematik die metabolischen Profile nicht.

2. SUMMARY

The aim of this study was to compare the importance of the metabolic profiles with the survey of the herd scores Body Condition Score (BCS), Rumen Filling Score (RFS), Faeces Condition Score (FCS) and Undigested Fraction Score (UFS) for the Swiss dairy cow and to check the performance and the health of the entire herd.

The Bayes Network was used for evaluation. This allowed to show the relationships between the metabolic profiles and the above scores. With the help of blood chemistry and urine analysis of ten dairy cows per farm in the Swiss Midland, metabolic profiles were established. The above stock scores were collected from the same cows. The cows were individually fed and were seasonally held in a pasture.

Although the metabolic profiles are expensive and time-consuming, they can provide reliable information on the feeding and fertility of a dairy herd. The blood chemistry studies, especially the β -hydroxybutyrate (BHB), is essential. Contrariwise, the scoring of the dairy cows is inexpensive and quickly determined. The RFS has a special significance. The collection of stock scores is an adequate aid in the daily supervision of a Swiss farm animal veterinarian. On farms with metabolic diseases, performance degradation or fertility disorders the stock scores does not replace the metabolic profiles for a detailed evaluation of the problem.

3. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Die Schweizer Milchproduktion ist heutzutage einem enormen wirtschaftlichen Druck ausgesetzt. Deshalb ist künftig eine noch effizientere, qualitativ hochwertige Milchproduktion anzustreben, wenn ein Landwirt in der Schweiz die Milchproduktion gewinnbringend fortführen will. Milchkühe erbringen ihre optimale Leistung nur bei guter Gesundheit. Eine bedarfsgerechte Fütterung, eine erfolgreiche Fruchtbarkeit und entsprechende Haltungsbedingungen im Sinne eines optimalen „cow comforts“ sind grundlegende Voraussetzungen für eine gut funktionierende Milchviehherde (STUDER, 1997; HULSEN, 2016). Durch die in den letzten Jahren deutlich angestiegene Milchleistung sowie die Zunahme der Herdengrösse wird die Haltung von Milchkühen in ethischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu einer Herausforderung. Ein professionelles Management eines Milchviehbetriebes ist folglich ein entscheidender Faktor für dessen erfolgreiches und nachhaltiges Bestehen (DE KRUIF, 2007).

Krankheiten der Milchkühe, die den Stoffwechsel und / oder die Fruchtbarkeit betreffen und sich leistungsmindernd auswirken, sind in einer Nutztierpraxis deshalb nach wie vor ein häufig vorgefundenes Problem. Die Kausalität eines oder gar mehrerer kranker Tiere ist, vor allem wenn es sich um ein subklinisches Problem handelt, oftmals schwierig zu eruieren. Sobald metabolische Krankheiten in einem Bestand zu Fruchtbarkeitsproblemen führen, sinkt zwangsläufig die Milchleistung. Dies führt aufgrund der zunehmend marginalen Gewinnmarge oft zu einer fehlenden Wirtschaftlichkeit der Tiere und eine Abklärung dieses Problems wird unumgänglich. Die Wichtigkeit der tierärztlichen Bestandesbetreuung und deren Massnahmen wurde mittlerweile erkannt (DE KRUIF, 2007).

Seit vielen Jahren werden die Fütterung und die Fruchtbarkeit bei der Milchkuh mit blutchemischen Laboruntersuchungen überprüft (HÄSSIG, 1996; LUTZ, 1997; LUTZ, 1998). Diese metabolischen Profile sind teuer und zeitaufwändig durchzuführen, weshalb sie erst bei einem langandauernden und schwerwiegenden Problem zur Anwendung kommen.

Eine andere Möglichkeit zur Erkennung metabolischer Entgleisungen einer Milchviehherde ist die Beurteilung der verschiedenen Bestandesscores. Dabei werden die Körperkondition und die Füllung des Pansens einzelner Milchkühe in unterschiedlichen Produktionsphasen sowie die Kotkonsistenz und die Verdaulichkeit des Futters ermittelt. Zwecks dieser Beurteilung werden der „Body Condition Score“ (BCS), der „Rumen Filling Score“ (RFS), der „Faeces Condition Score“ (FCS) sowie der „Undigested Fraction Score“ (UFS) verwendet (HULSEN, 2016). Der RFS, FCS, UFS aber auch der BCS wurden für Holland unter standardisierten Verhältnissen

bestimmt und evaluiert. Dabei ist zu beachten, dass es sich in Holland mehrheitlich um grosse Milchviehherden im Flachland mit gleichbleibender Einheitsfütterung handelt (TMR = Total mixed ratio; Totale Mischration. TMR steht in der Schweiz oft auch für eine Teilmischration, welche mit individuellen Kraftfuttermischungen an einer automatischen Kraftfutterstation der Weidefütterung hinzugefügt wird. In dieser Arbeit wird TMR ausschliesslich für die Totale Mischration verwendet.

Die hier dokumentierten Untersuchungen wurden in Milchviehbetrieben in der voralpinen Zone des Schweizerischen Mittellandes durchgeführt. Die Herdengrösse dieser Betriebe ist kleiner als in Holland. Die Fütterung erfolgt individueller und der Weideaustrieb während der Weideperiode wird gewährleistet. Ist es möglich, trotz der kleineren Anzahl an Tieren, welche pro Laktationsphase zur Verfügung stehen und der grösseren Variabilität in der Haltung aussagekräftige Resultate zu erhalten? Kann eine Abhängigkeit zwischen den einzelnen biochemischen Parametern und denjenigen der Scores nachgewiesen werden? Kann man feststellen, welche Scores wichtig und welche nebensächlich sind? Aus diesen Fragen hat sich die folgende generelle Fragestellung für die vorliegende Arbeit ergeben:

Ist bei der Milchkuh unter Schweizer Verhältnissen das Erheben der Bestandesscores gleich aussagekräftig wie die blutchemischen Untersuchungen?

4. LITERATURÜBERSICHT

4.1. Energiehaushalt einer Milchkuh

4.1.1. Fettstoffwechsel

Die Bedeutsamkeit des Fettdepots für einen gut funktionierenden Energiehaushalt wird schon sehr lange diskutiert (BERNARD, 1856; DARWIN, 1859). Das Fettgewebe wurde von ZHANG (1994) gar als endokrines Organ betrachtet, welches durch Hormone beeinflusst wird und komplexe Körperfunktionen steuert. Die Energiereserven, die jedes Tier als Fettdepot gespeichert hat, sind genetisch vorgegeben und somit individuell (KENNEDY, 1953).

4.1.1.1. Lipogenese

FIELDING und FRAYN (1998) beschrieben die Wichtigkeit der Lipogenese bei Wiederkäuern. Acetat, welches aus der Fermentation des Pansens resultiert, wird hauptsächlich zur Fettproduktion in den Adipozyten benötigt. Das Enzym Lipoproteinlipase kurbelt die Produktion des Acetats an und fördert ebenfalls die Aufnahme der im Blut vorhandenen Lipide ins periphere Gewebe. Zu Beginn der Laktation befinden sich Milchkühe in einer negativen Energiebilanz (NEB). Sie verbrauchen mehr Energie, als sie über das Futter aufnehmen können. Die Lipogenese ist somit während dieser Laktationsphase reduziert (MC GARRY und BROWN, 1997).

4.1.1.2. Lipolyse

Die Lipolyse ist primär genetisch reguliert (MCNAMARA und SMITH, 1989) und wird von der hormonsensitiven Lipase gesteuert. Die β -Oxidation beinhaltet den Abbau der Fettsäuren zur Energiegewinnung (STIPANUK, 2000). Zu Beginn der Laktation, während sich eine Milchkuh in einer NEB befindet, ist sie erhöht. Die Non-esterified fatty acids (NEFA; auch free fatty acids, FFA genannt) werden hauptsächlich in der Leber sowie der Skelettmuskulatur produziert und in den Mitochondrien mit Hilfe des Acetyl-Coenzyms A in den Citratzyklus eingeschleust. Aus dem Acetyl-Coenzym A können dabei Ketonkörper entstehen (HERDT, 2000). Infolgedessen kann eine Ketose resultieren. Die NEFA werden im Blut durch die Bindung an das Protein Albumin

zum peripheren Gewebe transportiert. Das Milchfett hingegen wird direkt im Euter produziert (JESSE, 1986).

4.1.1.3. Physiologische Regulatoren des Fettstoffwechsels

4.1.1.3.1. GH (Growth Hormone)

Das Wachstumshormon GH ist ein wichtiger Regulator des Fettstoffwechsels. Es wird auch als *Somatotropin* bezeichnet (ROCHE, 2009). Das GH wird im Hypophysenvorderlappen produziert und durch das GRF (GH Releasing Factor) aus dem Hypothalamus kontrolliert in den Blutkreislauf abgegeben (MAYO, 1995). Um nach der Geburt eine rasche Energiegewinnung zu gewährleisten, kommt es bereits währenddessen zu einem Anstieg des GHs (LIESMAN, 1995; LUCY, 2003). Dies erleichtert die Lipolyse und gleichzeitig wird die Lipogenese gehemmt. Daraus resultiert wiederum ein Verlust der Körperkondition (LUCY, 2003).

4.1.1.3.2. IGF-1 (Insulin Growth Factor-1)

Die Leber als Stoffwechselorgan ist hauptsächlich für die Produktion von IGF-1 zuständig (WATHES, 2007). Erfolgt in den Hepatozyten eine Bindung des Hormons GH an einen passenden Rezeptor, welche von ROCHE (2009) genauer beschrieben wurde, führt dies zur IGF-1-Synthese. Die Zahl der GH-Rezeptoren ist jedoch während der Geburt, in der Früh-laktation sowie bei einer Futtereinschränkung während der gesamten Laktationsperiode reduziert (BREIER, 1988; LUCY, 2001; LUCY, 2009). Deshalb sinkt zu Beginn der Laktation die IGF-1-Menge ab, obwohl der GH-Spiegel erhöht ist. Die somatotrope Achse ist entkoppelt (LUCY, 2001). Die Ausschüttung von GRF wird durch eine negative Rückkopplung via IGF-1-Rezeptoren im Hypothalamus gehemmt. Ein hoher IGF-1-Spiegel reduziert somit die GH-Menge (MINAMI, 1998). Neuerdings existieren Hinweise für einen unzureichenden Mechanismus des negativen Feedbacksystems für die Freisetzung von GH durch IGF-1, was wiederum zu einer Freisetzung der NEFA und einer verstärkten Gluconeogenese in der Leber führt (MARTENS, 2013). Kühe mit einer hohen Milchleistung wiesen geringere IGF-1-Konzentrationen im Serum auf (FALCONER, 1980). Die Bestimmung der IGF-1-Konzentration im Blut bietet sich folglich als Hilfsmittel zur Überprüfung der Fütterung an (LUCY, 2001).

4.1.1.3.3. Insulin

Insulin fördert die Lipogenese und wirkt als Gegenspieler zur lipolytischen Wirkung von GH (VERNON, 1992; RHOADS, 2004). Während der Früh-laktation sinkt der Insulinspiegel und die Insulinresistenz steigt in der Skelettmuskulatur und im Fettgewebe an (BELL und BAUMANN, 1997; MC GARRY und BROWN, 1997). Kühe mit einer hohen Milchleistung wiesen einen hohen Gehalt an GH und eine niedrige Insulin-Konzentration auf (BUTLER, 2003). Die Körperkondition und deren Fettabbau (NEFA) hat um die Geburt herum jedoch keinen Einfluss auf die Sensitivität des Insulins. Diese wird durch den Metabolismus der Glucose beeinflusst (DE KOSTER, 2015). Die Verfügbarkeit der Glucose im Euter ist insulinunabhängig. Dies erleichtert die Energiemobilisation für die Milchproduktion. Daraus ergibt sich ein direkter Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Insulinresistenz und einer gesteigerten Milchproduktion (CHAGAS, 2009), was zu einem erhöhten Fettabbau und so zu einer Abnahme der Körperkondition führt (SMITH und McNAMARA, 1989; ROCHE, 2006a).

4.2. Energiehaushalt einer Milchviehherde

4.2.1. Milchleistung

Jede Milchkuh weist in der Frühlaktation eine negative Energiebilanz (NEB) auf (ROCHE, 2009; OPSOMER, 2015). Dies bedeutet, dass der momentane Energieverlust grösser ist, als die Aufnahme der benötigten Energie, die für die Milchproduktion notwendig wäre. Es entsteht ein Energiedefizit. Dieses Defizit bleibt über die ersten Wochen der Laktation bestehen (SPICER, 1990). Das regulierende Organ der beschriebenen Energiebilanz ist die Leber (WATHES, 2007). Die Milchleistung wurde in den letzten Jahren durch züchterische Selektion stetig gesteigert ohne dabei die Kapazität des Futtermittels zu verbessern (MIGLIOR, 2005; ROCHE, 2009; OPSOMER, 2015). Die genetischen Gegebenheiten können jedoch durch die Umwelt beeinflusst werden (BERRY, 2003c). Kühe mit einer genetisch festgelegten, hohen Milchleistung haben während der Laktation tiefere Body Condition Scores (BCS) (DECHOW, 2001). Die Lipolyse wird während der Laktation physiologisch aktiviert, um das Energiedefizit möglichst gering zu halten oder es im besten Fall sogar auszugleichen. Die Hochleistungsmilchkühe verbrauchen während der Laktation demnach ihre Fettdepots um Energie für die Milchproduktion zu gewinnen und können keine Körperreserven anlegen (VEERKAMP und BROTHERSTONE, 1997). Die Bereitschaft der Lipomobilisation in der Frühlaktation ist somit gegeben (STEINWIDDER UND GRUBER, 2002). Während der Laktation verbraucht eine Milchkuh mehr als 80% der zur Verfügung stehenden Glucose für die Milchproduktion. Somit ist der katabole Stoffwechsel hauptsächlich auf die Milchproduktion ausgerichtet, wobei das körpereigene Fettgewebe die wichtigste Energiereserve darstellt (BELL, 1995; OPSOMER, 2015). Die starke Lipolyse erhöht die Menge an NEFA im Blut. Dies reduziert wiederum den Appetit und somit die Fresslust. Durch den Rückgang der Futteraufnahme steht weniger Energie für die Milchproduktion zur Verfügung. Die Folge davon ist eine geringere Milchproduktion (GARNSWORTHY, 1982; GARNSWORTHY, 1988; ROCHE, 2009). Ist das Energiedefizit gravierend, steigen die NEFA so stark an, dass sie in der Leber zu Triglyceriden umgebaut und im Leberparenchym eingelagert werden. Es kommt zu einer Hepatolipidose. In der Folge verschlechtert sich die Funktion des Abwehrsystems und Reproduktionsstörungen sind häufiger anzutreffen. Die Untersuchung der NEFA und der Ketonkörper im Serum ist ein gutes Hilfsmittel das Ausmass des Energiedefizits und die Milchleistung abzuschätzen (LE BLANC, 2006). Während die Lipogenese eine Interaktion zwischen Fütterung und Genotyp ist, steht die Lipolyse ganz unter genetischer

Kontrolle und ist unabhängig von der Energiedichte des Futters (ROCHE, 2006a; DELABY, 2009). Die Lipolyse kann während der Abkalbezeit also nicht direkt durch die Fütterung beeinflusst werden (ROCHE, 2006a; RATHBUN, 2017). Die niedrige Vererbbarkeit der Trockensubstanzaufnahme wurde untersucht und bestätigt (GRUBER, 2006). Wohingegen die Aufnahme der Proteinmenge durch die Fütterung beeinflussbar ist. Die Proteine dienen während der NEB ebenfalls als Energiequelle und werden abgebaut. Folglich steigen die NH₃-Werte an. Eine physiologische Pansenflora einer Milchkuh ist für eine ausreichende Proteinversorgung ebenfalls entscheidend. Steht den Bakterien im Pansen nämlich genügend Energie aus der Futterration zur Verfügung, produzieren sie zusätzliche Proteine, welche der Kuh während der Laktation zur Verfügung stehen (WATHES, 2007). Befindet sich die Kuh in einer negativen Energiebilanz, steht den Bakterien im Pansen jedoch oft zu wenig Energie für die beschriebene Proteinproduktion zur Verfügung, was wiederum zu einer höheren Urea-Konzentration im Serum führt (ROCHE, 2006). Sind Milchkühe um die Geburt herum überkonditioniert, was bedeutet, dass sie einen hohen BCS und somit grosse Fettreserven aufweisen, verlieren sie zur Energiegewinnung in der Frühlaktation einen beachtlichen Teil ihrer Körperkondition. Sie befinden sich in einer stark negativen Energiebilanz (DECHOW, 2001; ROCHE, 2007a). Beträgt der Verlust des BCS in der Frühlaktation mehr als einen Score-Punkt, wird die gesamte Milchproduktion erheblich reduziert. Ein entscheidender Faktor für die Dauer der NEB ist die Höhe des BCS-Verlustes (DOMECQ, 1997). Die Kondition einer Milchkuh gegen Ende der Laktation / während der Galtphase ist ebenfalls entscheidend für die Dauer der NEB, die Milchleistung und damit die Gesundheit einer Milchkuh (SPICER, 1990; Roche, 2015, ROCHE, 2017). Die Galtphase ist in der Schweiz ein Synonym für die Trockenstehphase. Färsen (Erstkalbinnen) weisen während der Geburt immer einen höheren BCS auf, weil sie sich zu dem Zeitpunkt noch im Wachstum befinden (ROCHE, 2007a). Bei ihnen ist ein BCS zwischen 3.5 – 4.5 anzustreben. Neben der Körperkondition ist auch das Alter der Erstkalbinnen beim Abkalben entscheidend zur Vorhersage der Dauer und Intensität der NEB in der darauffolgenden Laktation (DOMECQ, 1996). Die Dauer der Galtphase (WEBER, 2015) und peripartale Erkrankungen (Dystokie, Nachgeburtsverhalten (*Retentio secundinarum*, Metritis oder muskuloskelettale Begleiterkrankungen) beeinflussen die Milchleistung ebenfalls erheblich. Die Milchproduktion der betroffenen Kühe ist beim Auftreten solcher Erkrankungen deutlich geringer. Bei einer optimalen Länge der Galtzeit ist ein geringer Anstieg des BCS für die kommende Milchproduktion förderlich. Einzelne Krankheiten sind für die Milchproduktion nicht so entscheidend wie der Verlauf der BCS-Kurve während der Galtphase und der Frühlaktation

(DOMECQ, 1997). Insgesamt ist die Milchproduktion immer von der Fütterung und der Synthese sowie dem Abbau des Körperfetts abhängig (WALTNER, 1993).

4.2.2. Fruchtbarkeit

Der Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Fruchtbarkeit wurde mehrfach bestätigt (SHOOK, 1989; VAN DORP, 1998). Die Herdenfruchtbarkeit kann durch das Optimieren der Umwelt positiv beeinflusst werden (LOEFFLER, 1999). Die artgerechte Fütterung einer Milchkuh, insbesondere vor und nach dem Abkalben, ist essentiell für eine gute Fruchtbarkeit (LOEFFLER, 1999; ROCHE, 2006; MARTENS, 2012). Drei Wochen vor bis drei Wochen nach der Geburt wird heute allgemein als Transitphase (*transition time*) bezeichnet (GRUMMER, 1995). Eine hohe Milchleistung verursacht eine ausgeprägte NEB und hat eine schlechtere Reproduktionsrate zur Folge (DOMECQ, 1997; STUDER, 1997; ROYAL, 2000; BUCKLEY, 2003; MARTENS, 2013). Während einer NEB erfolgt die erste Brunst *post partum* (WESTWOOD, 2002; ROCHE, 2006) und die Ovulation aufgrund eines langsameren Follikelwachstums später. Die Zyklen sind verlängert (WATHES, 2003) und auch die Wiederaufnahme der lutealen Aktivität ist verzögert (CANFIELD und BUTLER, 1991; CHEN, 2015). Ein weiteres Problem stellt das Ausbleiben erkennbarer Brunstsymptome, klinisch bekannt als *stille Brunst*, dar (ROCHE, 2006). Eine durch NEB verminderte IGF-1-Serumkonzentration, hemmt das Wachstum der bovinen Granulosazellen und der Gelbkörper (*Corpora lutea*) (SCHAMS, 1988; MC ARDLE, 1989). Dies führt zu einer verringerten Funktion der Gelbkörper und hat eine tiefere Progesteronkonzentration zur Folge. Gleichzeitig produzieren die Follikel weniger Östrogen und unterdrücken dadurch die Brunstanzeichen. Die Intensität der NEB ist entscheidend für die Dauer von Fruchtbarkeitsproblemen (FERGUSON, 1994; DE VRIES, 1999; DECHOW, 2001; STOCKDALE, 2001; WATHES, 2007; SAMARÜTEL, 2008; MARTENS, 2013). Die Energiebilanz dient demnach als Regulator der Ovarfunktion (SPICER, 1990; CHEN, 2015). Schon Charles Darwin stellte fest, dass der Selbsterhaltungstrieb vor der Reproduktion kommt. Dies ist auch evolutionsbiologisch sinnvoll, da eine Reproduktion keinen Sinn macht, wenn die Erhaltung des Individuums nicht gewährleistet ist. Diese biologischen Grundmechanismen widerspiegeln sich im oben aufgezeigten Zusammenhang zwischen der Fütterung und der Fruchtbarkeit (The descent of man and selection in relation to sex. John Murray, London 1871). Die tiefere IGF-1-Konzentration während einer NEB verzögert ebenfalls die Uterusinvolution und schwächt die Abwehr einer Milchkuh, was Entzündungen und Infektionen des Genitalapparates begünstigt und indirekt eine reduzierte Fruchtbarkeit zur Folge hat. Eine vollständige Uterusinvolution ist eine wichtige Voraussetzung für eine fruchtbare Kuh mit einer hohen Konzeptionsrate (ROCHE, 2006). Das Ansteigen der Milchleistung während der Frühlaktation weist auf eine gute Energiebilanz hin, was wiederum auf eine erfolgreiche, erste

Besamung hoffen lässt (DOMECQ, 1997). Dagegen haben Kühe mit einem hohen Energiedefizit zu Beginn der Laktation eine geringere Chance in der Früh-laktation erfolgreich besamt zu werden, da sie im Durchschnitt über eine längere Zeit eine *Anöstrie* zeigen und das Risiko der Entstehung einer Zyste ansteigt (BUTLER und SMITH, 1989; STUDER, 1997; DOMECQ, 1997b; LOEFFLER, 1999). Beträgt der BCS-Verlust in den ersten 30 Tagen der Laktation einen Score-Punkt, so ist der Konzeptionserfolg bei multiparen Kühen mindestens 1.5 Mal schlechter (DOMECQ, 1997). Ein bereits während der Galtphase einsetzender Konditionsverlust führt ebenfalls zu einer schlechteren Reproduktionsrate (verlängerte Serviceperiode, schlechtere Konzeptionsrate, vermehrt embryonaler Fruchttod).

Nach OVERTON und WALDRON (2004) kalbt eine Kuh idealerweise mit einem BCS von 2.75 – 3.0 ab und verliert in der Früh-laktation nicht mehr als 0.5 Score- Punkte ihrer Körperkondition. Bei einer wirtschaftlichen Milchkuh sollte im optimalen Fall 20 – 30 Tage *post partum* das erste Mal eine Ovulation stattfinden, damit die erste Besamung 60 Tage nach der Geburt erfolgen kann (WATHES, 2007). Eine nicht adäquate Fütterung während der Galtphase und der frühen Laktation führt aufgrund metabolischer Veränderungen (Änderung der Körperkondition) oft zu peripartalen Erkrankungen (ROCHE, 2006). Ein Nachgeburtsverhalten (*Retentio secundinarum*) zeigt sich beispielsweise oft bei einer Unterversorgung an Kalzium (*Hypocalcämie*) oder einer überkonditionierten Kuh (hohe NEFA-Werte) beim Abkalben. Diese Risikofaktoren begünstigen das Entstehen einer Endometritis, welche wiederum die Fruchtbarkeit reduziert. Auch der Cholesterinwert im Serum, der während der Lipolyse sinkt, beeinflusst die Fruchtbarkeit. Dies wiederum führt zu einer tieferen Steroidsynthese der Ovarien (KIM und SUH, 2003). Metabolische Veränderungen sind im Blut sowie in der follikulären Flüssigkeit nachweisbar und durch das Verändern der Körperkondition ersichtlich (LEROY, 2004). Dadurch lässt sich die Reproduktionsleistung beurteilen (WALTNER, 1993; DECHOW, 2001). Die Überprüfung der Fütterung und das Management sind für die Fruchtbarkeit einer Hochleistungsherde entscheidend (WINDIG, 2005; MOYES, 2013). Das BCS-Monitoring in der Früh-laktation kann als wichtiges Instrument dafür eingesetzt werden (STUDER, 1997; OVERTON und WALDRON, 2004).

4.2.3. Krankheiten

Die Korrelation zwischen der Höhe der Milchleistung und der Krankheitsanfälligkeit wurde mehrfach untersucht und bestätigt (SHOOK, 1989; VAN DORP, 1998; INGVARTSEN, 2003). Das Energiedefizit zu Beginn der Laktation, welches weiter oben beschrieben wurde, führt aufgrund der Lipolyse zu hohen NEFA-Konzentrationen. Dies wiederum führt zu fehlendem Appetit und einer peripheren Insulinresistenz. So kann beispielsweise BHB (β -Hydroxybutyrat), ein Ketonkörper, die Freisetzung von Insulin nicht mehr induzieren. Dies fördert wiederum die Lipolyse und somit den Anstieg der NEFA im Blut (LAFFEL, 1999). Es kann eine Ketose, eine häufig anzutreffende Stoffwechselerkrankung einer Milchkuh, entstehen (PIRES, 2007; ROCHE, 2009). Probleme der Klauen (GEARHART, 1990; BICALHO, 2009) oder der Fruchtbarkeit sind dann ebenfalls häufiger anzutreffen. Dies führt zu einer höheren Keulungsrate, wie HOEDEMAKER (2009) feststellte. Die Körperkondition ist ein Parameter zur Beurteilung der Krankheitsinzidenz einer Milchviehherde (WALTNER, 1993; STUDER, 1997; ROCHE, 2009). Kühe, die bereits während der Galtphase einen Verlust des BCS von mindestens einem Punkt aufweisen oder solche, die während der Galtphase überkonditioniert sind, erleiden, wie oben schon ausführlich beschrieben, ein höheres Energiedefizit, einen höheren Konditionsverlust, brauchen länger zur Erholung ihrer Körperkondition und sind damit gefährdeter krank zu werden: Ketose, Labmagenverlagerungen, Milchfieber (*Hypokalzämie*) und Nachgeburtsverhalten (*Retentio secundinarum*). Diese metabolischen Erkrankungen führen allesamt, unabhängig vom Zeitpunkt ihres Auftretens, zu einer reduzierten Fruchtbarkeit (LOEFFLER, 1999; COLLARD, 2000; KIM und SUH, 2003; ROCHE, 2005; ROCHE, 2007a; ROCHE, 2015; SMITH, 2017) und senken die Milchleistung (SHEEHY, 2017). Dagegen ist die negative Beeinflussung der Fruchtbarkeit bei einer Metritis, Mastitis oder einer Lahmheit abhängig vom Zeitpunkt des Auftretens (LOEFFLER, 1999).

4.2.4. Fütterung

Eine artgerechte Fütterung ist unabdingbar für die Gesunderhaltung und damit die Leistung einer Milchkuh (STUDER, 1997; DECHOW, 2001). Eine optimale Körperkondition sowie ein gut funktionierender Pansen, dessen Bakterien sich zu Beginn der Laktation an die Ration anpassen konnten, sind entscheidend (STUDER, 1997), damit die NEB mit all ihren negativen Folgen auf ein Minimum reduziert werden kann. Für WATHES (2007) und SMITH (2017) ist dafür die Fütterung während der Galtphase entscheidend. Denn die Fütterung und das Management haben

in den ersten vier Wochen der Laktation, aufgrund der bestehenden Insulinresistenz, nur einen geringen Einfluss auf den Verlust der Körperkondition. Der Zeitpunkt der Reduktion der Insulinresistenz und das Umlenken der somatotropen Achse können und sollten aber beeinflusst werden (ROCHE, 2009). Frühere Studien beschreiben eine geringere Milchleistung bei überkonditionierten Kühen. Ein höherer Verlust der Körperkondition und eine verringerte Futteraufnahme wurden dafür verantwortlich gemacht (GARNSWORTHY und TOPPS, 1982; TREACHER, 1986; GARNSWORTHY und JONES, 1987; GARNSWORTHY, 1988). Demgegenüber beschrieben jüngere Studien (DOMECQ, 1996; STOCKDALE, 2001; ROCHE, 2009) bei Kühen mit einem BCS über 3.5 eine höhere Milchleistung in der folgenden Laktation, da mehr Energiereserven in Form von Fett vorhanden sind. Die Glucose kann somit vollumfänglich für die Milchproduktion eingesetzt werden. Heutzutage ist die Milchproduktion durch züchterische Erfolge stark angestiegen. Dadurch wird die maximale Kapazität der täglichen Futteraufnahme oft vernachlässigt (VAN ARENDONK, 1991). Die errechnete Ration an Energie und Protein kann der Kuh nur noch in Form von hochenergetischem und hochproteinhaltigem Kraftfutter zugeführt werden, was oft in Diskrepanz zu einer wiederkäuergerechten, strukturreichen Ration steht.

4.3. Scoring einer Milchviehherde

4.3.1. Body Condition Score (BCS)

Der BCS ist ein wichtiges Instrument für das Management einer Milchviehherde (EDMONSON, 1989; WALTNER, 1993; HADY, 1994; DOMECQ, 1996). Die definierten Körperregionen werden adspektorisch und palpatorisch (WILDMAN, 1982; FERGUSON, 1994) oder rein visuell (EDMONSON, 1989) nach ihren Körperfettreserven beurteilt (WRIGHT und RUSSEL, 1984; RUEGG, 1991; HADY, 1994; ROCHE, 2009). Die Körperkondition einer Milchkuh wird von versierten Beobachtern exakter, aber auch von unerfahrenen Beobachtern genügend genau beschrieben (EDMONSON, 1989; KRISTENSEN, 2006). Dies wurde durch das ultrasonographische Ausmessen der subkutanen Fettschichten im Lenden- und Beckenbereich sowie im Bereich des Schwanzansatzes überprüft. Es ergaben sich die gleichen Ergebnisse wie bei der visuellen Beurteilung der subkutanen Fettschicht (DOMECQ und LLOYD, 1995). Je dünner die Kühe, desto ungenauer wird jedoch das Scoring im Allgemeinen (FERGUSON, 1994).

Verschiedene Autoren verwenden unterschiedliche Körperregionen zur Beurteilung. Beschrieben sind Bereiche des Beckens, der Lende und des Schwanzansatzes (WILDMAN, 1982; EDMONSON, 1989). FERGUSON (1994) beschrieb daraus zur exakteren Beurteilung des BCS folgende Regionen, die genauer betrachtet werden: Die Bauchregion zwischen den Rippen und dem *Trochanter major* des Femurs, den Beckenbereich zwischen dem *Tuber ischiadicum* und dem *Tuber coxae* sowie den Bereich zwischen den ileo-sacralen und den ischio-coccygealen Bändern, den Lendenbereich anhand der Dorn-, und Querfortsätze der Lendenwirbel und den Bereich des Schwanzansatzes. Die Körperkondition wird mit Hilfe einer Skala gemessen. Die Skalierung in verschiedenen Ländern fällt recht unterschiedlich aus. Tiefe Zahlen bedeuten jedoch immer dünne Kühe und hohe Zahlen dicke (ROCHE, 2009). FERGUSON (1994) wählte beispielsweise zur Bestimmung des BCS eine 5 Punkteskala mit der Genauigkeit auf 0.25 Einheiten. Die NEB wird durch Änderungen der Körperkondition gut dokumentiert (DOMECQ, 1996). In der Frühlaktation sinkt der BCS und steigt Mitte bis Ende der Laktation wieder an. Der BCS ist dementsprechend abhängig von der Laktationsphase einer Milchkuh (WALTNER, 1993); die Milchlaktationskurve kann als Abbild der BCS-Veränderung während der Zwischenkalbezeit beschrieben werden (PRYCE und HARRIS, 2006; ROCHE, 2006a / 2007a; ROCHE, 2009). Die Abnahme der Körperkondition während der Frühlaktation ist physiologischer Natur. Das Ausmass dieses Konditionsverlustes kann durch eine adäquate Fütterung aufgrund rassetypischer und individueller genetischer Gegebenheiten kaum verringert werden (ROCHE, 2006a; FRIGGENS und BADSBERG, 2007; MC CARTHY, 2007). Die Dauer des Konditionsverlustes wird jedoch durch eine optimale Fütterung reduziert (ROCHE, 2006a). Milchkühe reagieren demnach auf eine inadäquate und nicht artgerechte Fütterung mit einem höheren und länger andauernden Verlust des BCS (FRIGGENS, 1998; CHILLIARD, 2000). HULSEN (2016) berichtete von einem anzustrebenden maximalen Verlust der Körperkondition von 0.75 Punkten während einer Laktation. Ein tiefer BCS oder ein starkes Absinken des Scores während der Laktation geht mit vermehrtem Auftreten von Krankheiten wie Mastitis, metabolischen Entgleisungen und Reproduktionsstörungen (HOEDEMAKER, 2009; LOKER, 2012) einher. Dies führt wiederum zu erhöhten Keulungsraten (HOEDEMAKER, 2009). Entscheidend für das Management einer Milchviehherde ist die monatliche Beurteilung der Kühe in der Galtphase, während der Geburt und während den ersten 30 Tagen *post partum*. Der Verlust der Körperkondition zu Beginn der Laktation ist entscheidend zur Vorhersage und Beurteilung der darauffolgenden Milchproduktion (WALTNER, 1993; HADY, 1994). Dies betrifft auch die Milchinhaltsstoffe, wie PIRES (2013) nachweisen konnte. Der BCS ist somit ein hilfreicher Indikator für die Verfügbarkeit der Energie (VEERKAMP et al. 2000; ROCHE et al. 2009), die

eine Milchkuh während der NEB in der Früh lactation für die Milchproduktion benötigt (GARNSWORTHY, 1982; GARNSWORTHY, 1988). Für ROCHE (2009) liegt der optimale BCS bei der Geburt multiparer Milchkühe zwischen 3.00 – 3.25, derjenige von Primiparen zwischen 3.50 – 4.50. Als Alternative zur Bestimmung des BCS wurden Wäge-Systeme zur Erfassung des täglichen Körpergewichtes untersucht (DICKENSON, 2003). Die Körperkondition ist damit jedoch schwieriger abzuschätzen.

4.3.2. Rumen Filling Score (RFS)

Die visuelle Überprüfung einzelner Milchkühe zur Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes einer Milchviehherde ist entscheidend für eine wirtschaftliche Milchproduktion (GUTERBOOK, 2004; SMITH und RISCO, 2005; AALSETH, 2005; HULSEN, 2006). So geben beispielsweise Veränderungen des Futterverzehrs zu Beginn der Laktation einen wichtigen Hinweis zum Gesundheitsstatus einer Milchkuh (ZAMET, 1979; MADHAV, 1997; KOMARAGIRI, 1998; OETZEL, 2004). KAWASHIMA (2016) bestätigte die Korrelation zwischen dem RFS und dem Energiestatus während der Galtphase. Der RFS gibt Hinweise über den Futterverzehr sowie die Verdauungsaktivität der letzten paar Stunden (HULSEN, 2016). Dabei ist die linke Hungergrube visuell zu beurteilen. Die beobachtete Füllung des Pansens wird anhand eines 5-Punktesystems beschrieben, wobei es sich bei einem Score von 1 um einen leeren Pansen handelt, welcher in der Hungergrube nicht ersichtlich ist. Bei einem Score von 5 ist der Pansen sehr voll. Er füllt die Hungergrube in der linken Flanke vollständig aus (ZAAIJER und NOORDHUIZEN, 2003). Die Reproduzierbarkeit dieser Beurteilung durch verschiedene Beobachter bestätigte BURFEIND (2010). Er objektivierte ebenfalls die Genauigkeit dieser Methode durch das Ausmessen der Hungergrube. Diese subjektive Beurteilung der Füllung des Pansens gilt somit als praktischer und günstiger Indikator zur Bestimmung des Futterverzehrs einer Milchkuh.

4.3.3. Faeces Condition Score (FCS)

Beim FCS wird nach HULSEN (2016) die Konsistenz von frischem Kot visuell und palpatorisch beurteilt. Tiefe Zahlen bedeuten eine wässrige Konsistenz, wohingegen Scores von 4 – 5 eine teigige bis bollenartige Konsistenz des Kots ansprechen. Dies ergibt Hinweise über die Rationsgestaltung und den Gesundheitsstatus einer einzelnen Milchkuh sowie einer gesamten Herde.

4.3.4. Undigested Fraction Score (UFS)

Beim UFS wird der Anteil unverdauter Futterpartikel in frischem Kot einer Milchkuh palpatorisch, olfaktorisch und visuell beurteilt (HULSEN, 2016). Die Beurteilung mit dem Score 1 ist bei Milchkühen ideal. Das gesamte Futter wurde verdaut. Der Kot stellt eine homogene Masse dar: Futterpartikel sind weder zu sehen, noch zu spüren. Wohingegen ein Score von 5 sehr viele, lange und somit unverdaute Futterpartikel anspricht und damit die Ration unbedingt überprüft werden muss. Anhand dieses Score-Spektrums können die Verdaulichkeit und die Fütterung unter Berücksichtigung des Laktationsstadiums überprüft werden.

4.4. Metabolische Profile einer Milchviehherde

Für das Management einer Milchviehherde sind metabolische Profile letztlich ein wichtiges Hilfsmittel zur Überprüfung ihrer Leistung. Die metabolischen Profile sind in Material und Methoden beschrieben. Eine bedarfsgerechte Fütterung während der Galtphase und eine hoch energetische Ration während der Transitphase (CURTIS, 1984; GERLOFF, 1988) sind entscheidend für einen gesunden Start in die Laktation. Die Futterzusammensetzung sowie die Fütterungsintervalle haben demnach Auswirkungen auf den Metabolismus einer Milchkuh (EICHER, 1999). Die Fütterung kann überprüft werden. Hierfür können einzelne Metaboliten jeweils im Blut und / oder Harn nachgewiesen werden und zu einem metabolischen Profil ausgearbeitet werden (vgl. 5.3.1., Abb.3). Somit können Rückschlüsse der einzelnen Milchkuh bezüglich der Fruchtbarkeit und allfälliger, metabolischer Erkrankungen des ganzen Bestandes gemacht werden. Die Blutkonzentrationen der Urea und der NEFA (Non-esterified free fatty acids; freie Fettsäuren, FFA) sind beispielsweise fütterungsabhängig (BRAUN, 2003). Ist die Futterration energiearm, steigen diese beiden Parameter an. Demselben Prinzip entsprechend ist die Konzentration der Glucose um die Geburt herum abnehmend (GRUMMER, 1995). FEKETE (1996) beschrieb die indirekte Beurteilung der Menge des Pansen-instabilen Proteins anhand der Urea-Konzentration im Blut, was wiederum auf allfällige Probleme der Fertilität in der Früh-laktation hinweisen könnte. Die Bestimmung der Konzentrationen des Leberenzym Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT), der β -Hydroxybutyrat (BHB), der Glucose und des Calciums im Blut in den ersten zwei Wochen *post partum* sind für GEISHAUSER (1998) wichtige Hilfsmittel zur Abschätzung des Auftretens einer linksseitigen Labmagenverlagerung. Der Selengehalt im Blut kann indirekt durch den Nachweis der selenabhängigen Glutathion-Peroxidase (GSH-Px) bestimmt werden (HARRISON, 1984). Die Interpretation des metabolischen Profils einer Milchviehherde muss stets umsichtig erfolgen (HÄSSIG, 1996). Es werden der Energie-, Fett-, und Proteinstoffwechsel und die Homöostase der Mineralstoffe beurteilt. Ein unterschiedliches Betriebsmanagement oder eine vielfältige Herdenzusammensetzung sowie die regionale Diversität haben verschiedene Profile zur Folge und müssen somit bei der Beurteilung mitberücksichtigt werden. Metabolische Referenzbereiche zur Beurteilung des Fruchtbarkeitszustandes können nur unter Berücksichtigung geografischer Gegebenheiten erhoben werden (HÄSSIG, 1996). Fertile Milchkühe und solche mit reduzierter Fruchtbarkeit können jedoch anhand metabolischer Profile unterschieden werden (LUTZ, 1998).

4.5. Statistische Analyse

4.5.1. Bayes Netzwerk

Das Bayes Netzwerk ist ein iterativ multivariates Regressionsmodell (LEWIS, 2011). Es ist ein Hilfsmittel zur Analyse komplexer Tiergesundheitsdaten (STEFFEN, 2006). Die Darstellung der Modelle erfolgt anhand gerichteter, azyklischer Graphen (DAG; directed acyclic graph). Jede dargestellte Verbindung ist in dem Sinne statistisch signifikant auf dem gewählten Signifikanzniveau, wenn die zugehörigen Kreditabilitätsintervalle für ORs (odds ratio, Chancenverhältnis) zum Beispiel die 1 nicht enthalten ist. Es entstehen dabei mehrere Modelle, das bedeutet DAGS mit den jeweils verschiedenen Kombinationen und ihren Verbindungen. Es wird dasjenige Modell ausgewählt, welches die Daten am besten darstellt. Das Bayes Netzwerk vergleicht jede mögliche Kombination von Variablen. Dies ist eine Standardmethode in der Bayes'schen Modellauswahl (KOIVISTO und SOOD, 2004). Es sind multivariate Regressionsmodelle, dargestellt mit gerichteten, azyklischen Graphen, bei denen eine Verbindungslinie, welche zwei Knoten verbindet, eine statistisch signifikante Beziehung zwischen ihnen darstellt. Es ist wichtig, die beste Graphik aufgrund von logischer Interpretation der Daten zu finden. In das Modell können sowohl normalverteilte als auch binomialverteilte (und auch Poisson verteilte) Variablen genommen werden. Die Verbindungen im Modell werden vollständig aus den Daten bestimmt und stellen daher das optimale statistische Modell dar. Als erstes wird ein optimales Modell generiert und dann mithilfe von «bootstraps» noch eine Anpassung für Überanpassung (adjustment for overfitting) vorgenommen, um dann nach diesem zweistufigen Verfahren zum besten Modell zu gelangen. Für die Standardtechnik gab es ein bootstrapping. Der grosse Vorteil dieses Ansatzes ist seine Objektivität und die bessere Feststellung von Confounder.

5. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

5.1. Tiere und Betriebe

Sämtliche Untersuchungen wurden in der Zeit vom 31.10.2011 – 7.12.2011 in Milchviehbetrieben, welche von der Tierarztpraxis med. vet. Peter Moor, CH - 8632 Tann (Zürcher Oberland, Schweiz) betreut wurden, durchgeführt. Die zehn ausgesuchten Betriebe liegen auf einer Höhe zwischen 410 und 565 Metern über Meer. Sie werden allesamt haupterwerblich betrieben. Die Betriebe haben eine Grösse von 28 – 64 ha. Die Jahresmilchleistung dieser Betriebe beträgt zwischen 7200 – 9000 kg Milch. Drei dieser Betriebe halten einen eigenen Zuchtstier. Die Kühe verfügen alle über einen Boxenlaufstall und Weideaustrieb. Alle Betriebe entsprechen den Vorgaben des Schweizer Tierschutzgesetzes.

Es werden pro Betrieb mindestens 32, höchstens 75 Milchkühe der Schweizerischen Braunvieh-, der Fleckvieh- und der Holstein-Friesianrasse gehalten. Dies sind im Mittel 50.5 Kühe. Gesamthaft wurden einmalig 146 klinisch gesunde Milchkühe untersucht und beprobt.

Der Fragebogen zur Erhebung der allgemeinen Betriebsdaten wurde vom Departement für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich übernommen (Anhang 1). Die Befragung erfolgte direkt und einzig durch die Schriftführerin.

Die ausgewählten Milchviehbetriebe stellten die Daten der Milchleistungsprüfung (MLP) ihrer Zuchtverbände zur Verfügung. Im Rahmen des gesetzlichen Datenschutzes wurde eine Verfügung der Datenfreigabe durch den Landwirt erstellt. Im Zeitraum vom 31.10.2011 bis zum 7.12.2011 wurden sie der Schriftführerin am Tag der Probenentnahme mitgegeben. Der Gehalt des Milchfetts und des Milchproteins sowie die Tagesmilchmenge der laktierenden Kühe, von welchen eine Blutprobe entnommen wurde, wurden ausgewertet. Die Resultate wurden nach den Referenzwerten des Departements für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich beurteilt (Anhang 2).

5.2. Material

5.2.1. Probenmaterial der metabolischen Profile

5.2.1.1. Harnanalysen

Bei insgesamt 40 klinisch gesunden Milchkühen wurde pro Kuh mittels eines sterilen Harnröhrchens ohne Zusatz 10 ml Spontanharn aufgefangen. Die Anzahl Harnproben variierte zwischen zwei bis maximal fünf Stück pro Betrieb. Alle in 3.1. beschriebenen Rassen waren vertreten.

5.2.1.2. Blutchemische Analysen

Für die Blutprobenentnahme wurden insgesamt 106 Milchkühe ausgesucht. Dabei handelte es sich in keinem Fall um die gleichen Tiere, wie in 3.2.1.1. beschrieben. Die Schweizerische Braunviehrasse war mit 61 Kühen (65%) am häufigsten vertreten, gefolgt von der Holstein-Friesian-Rasse (25 Kühe, 27%), der Fleckvieh-Rasse (19 Kühe, 20%) und einer Jerseykuh (1%). Sechs Betriebe stellten insgesamt je 11 Milchkühe für eine Blutprobe zur Verfügung. Von vier Betrieben waren es jeweils zehn Milchkühe, die beprobt wurden. Insgesamt wurden 30 Kühe in der Galt-, 41 Kühe in der Start- und 35 Kühe in der Produktionsphase für die Gewinnung der Blutproben ausgewählt. In jedem Milchviehbetrieb wurde von je zwei bis vier trockengestellten Kühen Blut entnommen. In der Startphase (≤ 100 Tage der Laktation) befanden sich vier bis fünf Kühe pro Betrieb. In der Produktionsphase (≥ 100 Tage der Laktation) waren es je drei bis fünf Kühe, von denen eine Blutprobe entnommen wurde. Ein Betrieb hatte zum Zeitpunkt der Probenentnahme nur zwei Kühe in der Galtphase (Synonym für die Trockenstehphase) auf dem Hof eingestallt. Deshalb wurde auf diesem Betrieb eine zusätzliche Kuh in der beginnenden Startphase (insgesamt fünf Kühe in der Startphase) beprobt. Ein anderer Betrieb hingegen stellte vier trockenestellte Kühe zur Verfügung. Von den restlichen acht Betrieben wurden je drei Kühe in der Galtphase beprobt. Auf neun Betrieben wurden somit gesamthaft je vier Kühe in der Startphase für eine Blutprobe ausgewählt. Die Anzahl der Kühe in der Produktionsphase verteilten sich folgendermassen: Sechs Betriebe stellten drei Kühe, ein Betrieb fünf und drei Betriebe vier Kühe zur Verfügung.

Sämtliche Blutentnahmen erfolgten einmalig aus der *Vena coccygea mediana*.


Es standen folgende Proberöhrchen zur Verfügung:

- Vacutainer® (Becton-Dicinson) steril mit Kaliumoxalat und Natriumfluorid (2 ml)
- Vacutainer® (Becton-Dicinson) steril mit Kalium-EDTA (10 ml).

Für die Entnahme der Harn- und Blutproben lag eine Tierversuchs-Bewilligung (Versuch Nr. 240 / 2010) des Kantonalen Veterinäramtes Zürich vor.

5.2.2. Scoring der Milchkühe

Bei allen Kühen, von denen eine Blutprobe entnommen wurde, erfolgte die Beurteilung anhand vier verschiedener Scores (Bestandesscores; BCS, RFS, FCS, UFS). Diese Scores der einzelnen Tiere wurden gemäss dem Datenerfassungsblatt des Departements für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich dokumentiert und beurteilt (Abb. 1). Für sämtliche Scorings wurden jeweils ganze Zahlen auf einer Skala von 1 – 5 verwendet. Zur Bestimmung des „Feaces Condition Score“ (FCS) und des „Undigested Fraction Score“ (UFS) wurden übliche Plastikhandschuhe zur rektalen Untersuchung verwendet. Der zu beurteilende Kot oder Dung wurde hierfür bei jeder Kuh rektal entnommen und anschliessend adspektorisch sowie palpatorisch beurteilt und dokumentiert. Beim FCS wurde die Kotkonsistenz begutachtet. Tiefe Werte bedeuten einen wässrigen Kot, hohe Werte stehen für eine teigig bis ballenartige Konsistenz des Kots. Der UFS beurteilt den Anteil unverdauter Futterpartikel im Kot. Bei einem Score von 1 sind alle Partikel verdaut. Es liegt ein homogener Kot vor. Sind hingegen noch sehr viele unverdaute Futterpartikel im Kot erkennbar, wurde dies mit einer 5 bewertet. Der RFS beurteilt die Füllung des Pansens. Kühe, die gut und viel fressen, haben höhere Werte bei diesem Scoring als solche, die einen reduzierten Futterverzehr vorweisen. Beim BCS wird die Körperkondition einer Milchkuh beurteilt. Die Regionen im Bereich des Schwanzansatzes und der Sitzbeinhöcker, der seitlichen Bauchwand, der Quer- und der Dornfortsätze der Lendenwirbel sowie der Hüfthöcker und des Kreuzbeins wurden beurteilt. Dünne Tiere haben tiefere Werte als dicke.

Wertung	1	2	3	4	5	Aussage
BCS						Rationengestaltung Galfütterung Leistungsfütterung
RFS	sehr leer	1 Hand tief nach der letzten Rippe	1 Hand senkrecht runter nach den Querfortsätzen	keine Ecken	kommt heraus	RF Gehalt Futtermittel aufnahme Pansenabbau Darmpassage
FCS	wässrig	tropfend	zerlaufend	teigig	Ballen	TS Gehalt Infektionen Gras, Rationenstörung
UFS	alles verdaut	einige Partikel	diverse Partikel	Stroh enthaltend	viele unverdaute Partikel	Pansenazidose Rationengestaltung

Galtphase

≤ 100 Tage der Laktation

≥ 100 Tage der Laktation

Kuh	BC	RF	FC	UF
Mittel				

Kuh	BC	RF	FC	UF
Mittel				

Kuh	BC	RF	FC	UF
Mittel				

Abb. 1: Scoringblätter des Departements für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich

5.2.2.1. Bestandesscores (BCS, RFS, FCS, UFS)

Das Formular (Abb. 1) diente als betriebsspezifische Erfassung der Bestandesscores (BCS, RFS, FCS, UFS). Die Daten der einzeln beurteilten Kühe wurden darauf eingetragen. Für jede Phase der Laktation wurde zuhause des Landwirts das arithmetische Mittel berechnet und in die Graphik der Abbildung 2 übertragen. Dieses Datenerfassungsblatt wurde ebenfalls vom Departement für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich übernommen. Die Daten wurden zusätzlich elektronisch erfasst.

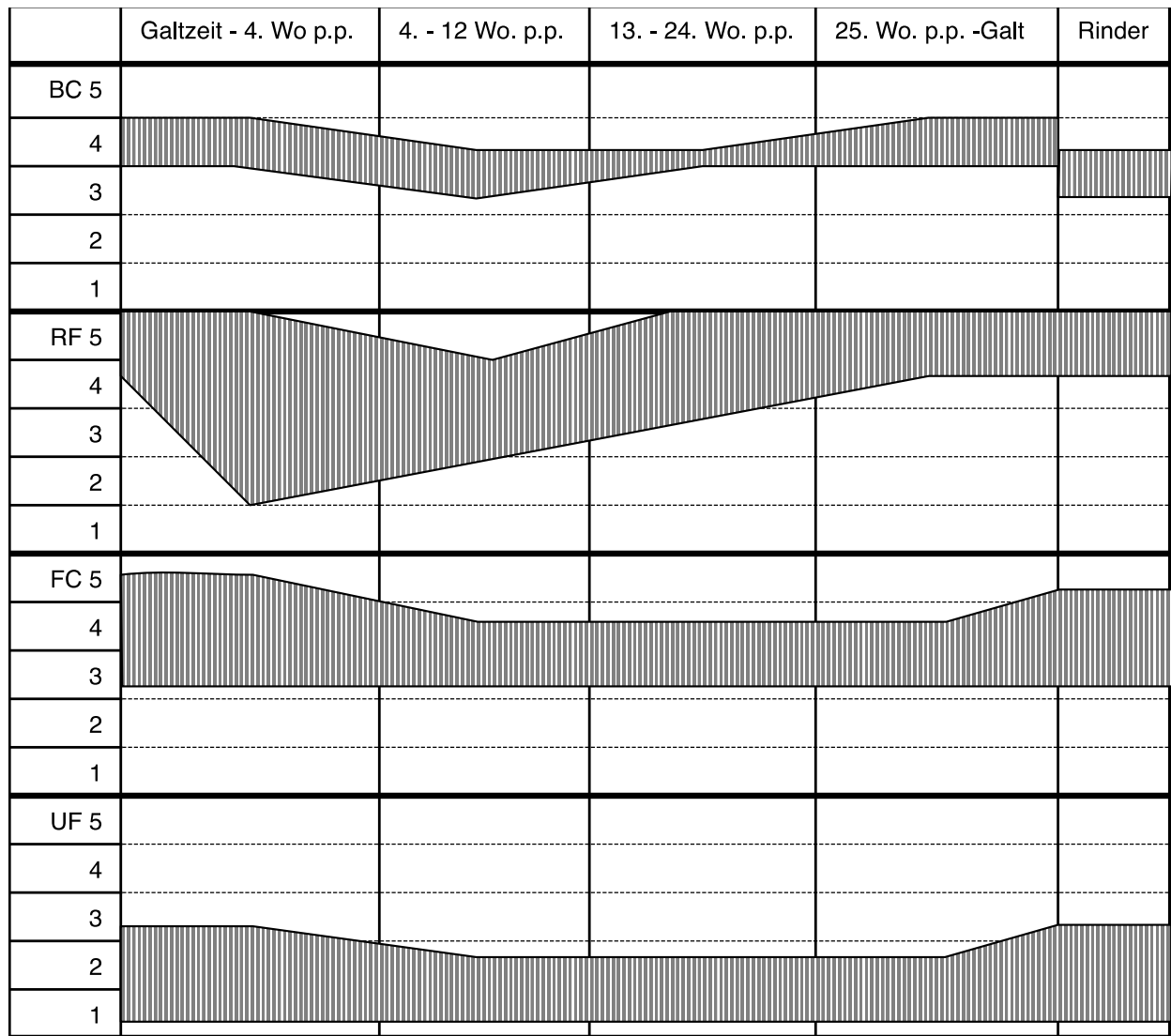


Abb. 2: Graphische Auswertung des Scorings vor Ort mit Hilfe des Datenerfassungsblatts des Departements für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich. Die graue Zone repräsentiert den Normalbereich.

5.3.2. Blutchemische Analyse

Die Blutproben wurden postalisch per Express dem Labor der Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Departement für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich zugestellt. Die Blutuntersuchungen erfolgten auf einem Cobas Mira S[®] (Roche, Basel) im genannten Labor und umfassten folgende Parameter:

- GLUCOSE: Enzymatischer UV-Test mit Glucosedehydrogenase. Cobas Mira S[®], Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland.
- FFA (freie Fettsäuren): Enzymatischer Farbstest, Wako 994 - 75409 D.
- BHB (Betahydroxybutyrat): Enzymatische Bestimmung. Sigma Diagnostics, Procedure No. 310-UV.
- UREA: Urease/GLDH-Reaktion. Cobas Mira S[®]. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland.
- KALZIUM: Methylthymolblau-Reaktion. Cobas Mira S[®]. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland.
- PHOSPHOR: Phosphomolybdat, UV-Test. Cobas Mira S[®]. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland.
- MAGNESIUM: Photometrische Bestimmung mittels Mg-Kit Bio Mérieux SA, Lyon.
- GSH-Px (Glutathion-Peroxydase): Colorimetrische Bestimmung. Cobas Mira S[®]. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland.
- GOT (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase): Colorimetrische Bestimmung. Cobas Mira S[®]. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Deutschland.
- GLDH (Glutamat-Lactat-Dehydrogenase): Optimierte Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie mit Oxalglutarat +NADH+NH₄.
- GGT (Gammaglutamat-Transaminase): Kinetischer Farbstest DGKC mit L-Gamma-Glutamyl-3-carboxy-4-nitroanilid + Glycylglycerin.

Die Resultate wurden nach den Referenzwerten des metabolischen Profiles des Departements für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich beurteilt (Abb. 3, Anhang 2).

5.3.3. Statistik

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine klinische Querschnittsstudie. Demnach wurden die Kühe zu einem bestimmten Zeitpunkt einmalig beprobt und beurteilt. Die Berechnung der Probandenanzahl erfolgte mit dem Programm STATA12® (Stata Corp., 2011; Stata Statistical Software: Release 12; College Station, TX, USA: Stata Corp LP). Als erstes wurde eine Regressionsanalyse mit den vorhandenen BCS- und BHB-Werten durchgeführt. Die vorhandenen Daten lauteten wie folgt:

BCS	BHB	BCS	BHB
4	445	4	445
4	1377	4	1377
4	1676	4	1676
3	1359	3	1359
3	904	3	904
3	117	3	117
4	746	4	746
4	921	4	921

Daraus erfolgte der Stata Befehl <regress BCS BHB>:

Source	SS	df	MS	Number of obs =	8
Model	.040534245	1	.040534245	F(1, 6) =	0.13
Residual	1.83446575	6	.305744292	Prob > F =	0.7283
Total	1.875	7	.267857143	R-squared =	0.0216
				Adj R-squared =	-0.1414
				Root MSE =	.55294

BCS	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
BHB	-.0001919	.000527	-0.36	0.728	-.0014813 .0010976
_cons	3.831317	.5994102	6.39	0.001	2.364613 5.298021

Der errechnete Regressionskoeffizient und der Standardfehler mit einem Freiheitsgrad wurden für die Samplingberechnung verwendet:

```
sampsi 0 0.0001919, sd1(0.000527) power(.80) onesample>
```

Das ergab eine minimale Stichprobengröße von 60. Daraus wurden folgende Vorgaben bestimmt: Zehn Betriebe zu zehn Kühen, Gesamttotal 100 Kühe. Mit 106 untersuchten Kühen wurden die

statistischen Vorgaben erfüllt. Die Daten des Scorings und der Milchwägungen wurden mittels einer Excel® Tabelle erfasst. Die Datenauswertung erfolgte wiederum mit dem Programm STATA12®. Als erstes wurde eine Qualitätssicherung der Daten mittels <codebook var> (<STATA-Befehl Variable>) vorgenommen. Danach erfolgte eine deskriptive Datenanalyse <sum var> für Anzahl, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum. Es folgten univariate Analysen <tab vary varx> (vary = y-Variable, abhängige Variable; varx = x-Variable, unabhängige Variable) sowie Regressionsanalysen <regress vary varx>. Weitere Analysen wurden mittels Einweg-Varianzanalysen (oneway-ANOVA) mit dem Bonferroni-post-hoc-Test <oneway vary varx, bonferroni> durchgeführt. Die Zweiweg-quadratischen Vorhersagen stellten den besten Vorhersagewert dar (<STATA-Befehl qfit>). In Kap. 6.4., Abb. 21 sind die verschiedenen quadratischen Regressionen dargestellt. Statistisch konnten jedoch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Blutwerten und den Bestandesscores festgestellt werden. Eine Regressionsanalyse wurde mittels dem „General Linear Model“ durchgeführt. Gemischte Modelle wurden verwendet um mit dem «clustering Effekt» umzugehen. Als Einschlusskriterium galt ein p-Wert von ≤ 0.20 für die rückwärts berechnete schrittweise Elimination (step back procedure; ALTMAN, 1990. Statistics for Medical Research. Chapman & Hall / CRC). Ein p-Wert von ≤ 0.05 wurde als signifikant und als Endpunkt für jede verbleibende Variable im Model (final model) angesehen. Als Zielvariable wurden jeweils die Blut- und Urinwerte verwendet, weil diesen Werten allgemein mehr Vertrauen entgegengebracht wird. Die Scoringwerte wurden als Prädiktoren verwendet. Im Weiteren wurde ein „azyklisches Bayes Netzwerk“ verwendet (LEWIS, 2011). Damit konnten die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen und deren Abhängigkeiten untereinander effizient eruiert werden (STEFFEN, 2006). Der Vorteil eines Bayes Netzwerks ist die Berücksichtigung hierarchischer Einflussfaktoren auf eine Zielvariable (Abb. 4), welche die konditionelle Wahrscheinlichkeit oder *a priori* - Wahrscheinlichkeit berücksichtigt. Damit können Confounder und Interaktionen besser erfasst werden. Das azyklische Bayes Netzwerk wird von LEWIS (2011) als adäquates Modell zur Analyse komplexer Tiergesundheitsdaten erfolgreich verwendet. Die Netzwerk-Struktur (Abb. 4), welche sich am besten für die Darstellung der Daten eignet, wird berücksichtigt (STEFFEN, 2006; LEWIS, 2011; LOKER, 2012). Das azyklische Bayes Netzwerk ersetzt die subjektive Modellierung in logistischen Regressionen und das „General Linear Model“ durch eine iterative Modellierung. Das Bayes Theorem ist in HÄSSIG (2000) ausführlich beschrieben. 106 Tiere konnten in diesem Model berücksichtigt werden. Ein Model mit binärer oder dichotomer Beurteilung der Scores (BCS/RFS/FCS/UFS) mit dem Cut-off von 0 = „ ≤ 3 “, 1 „ ≥ 3 “, ausgenommen UFS 0 = „ ≤ 2 “, 1 „ ≥ 2 “, zeigte eine bessere Modellierung als eine Behandlung der

Scores als Gauss'sche Verteilung. Verbindungslinien im Model deuten auf eine Abhängigkeit der Faktoren ($p \leq 0.05$ und Power > 0.8) hin. Das Model wurde nach KOIVISTO und SOOD (2004) optimiert.

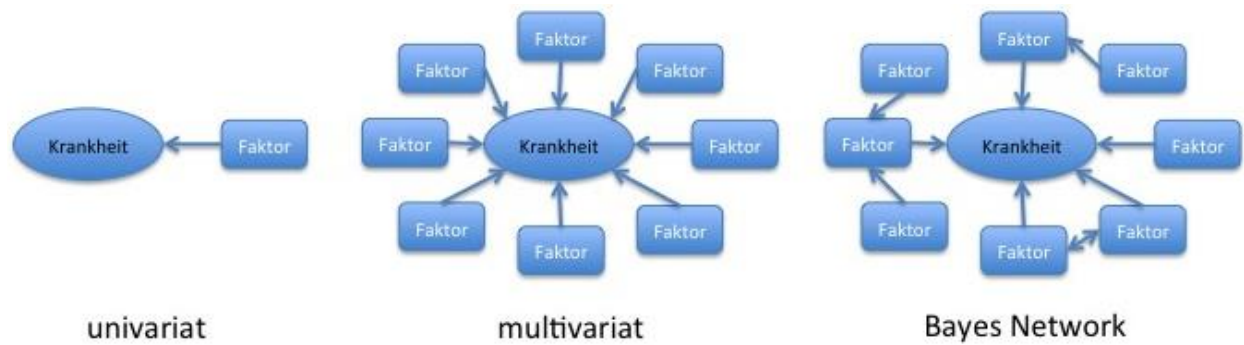


Abb. 4: Unterschied zwischen links univariat, univariabilem, in der Mitte von univariat, multivariabilem und rechts zwischen multivariat, multivariabilem Modell, dem Bayes Netzwerk

6. RESULTATE

Insgesamt standen für die vorliegende Untersuchung 146 Milchkühe, welche in zehn verschiedenen Betrieben untergebracht waren, zur Verfügung. Von 106 Kühen wurde je eine Blutprobe entnommen. Gleichzeitig wurden die Bestandesscores (BCS, RFS, UFS, FCS) derselben Tiere durch ein und dieselbe Person erhoben. Von den 106 Kühen waren 30 Tiere trocken gestellt, 41 befanden sich in der Startphase und 35 in der Produktionsphase der Laktation. Die Schweizerische Braunviehrasse (Brown Swiss (BS)) war mit 57.6% am häufigsten vertreten (Tab. 1). 40 weitere Kühe wurden zufällig (freiwillige, spontane Harnabgabe; *convenient sampling*) für die Gewinnung der Harnproben ausgewählt.

Tab. 1: Rassenverteilung bei der Entnahme der Blutproben (n = 106)

Rasse	Anzahl Tiere	%
Holstein-Friesian (HF)	24	22.6
Brown Swiss (BS)	61	57.6
Red Holstein (RH)	17	16.1
RH x BS	1	0.9
BS x HF	1	0.9
Jersey	1	0.9
Rotfaktor Genetik	1	0.9

6.1. Allgemeine Betriebsdaten

Die Betriebe bewirtschafteten eine Fläche von durchschnittlich 42.1 ha Land, melkten zweimal täglich im Mittel 50.5 Kühe und produzierten somit eine jährliche Milchmenge von mindestens 7200 kg und maximal 9000 kg Milch pro Kuh (Tab. 2). Die Milchkühe produzierten in allen zehn Betrieben täglich eine mittlere Menge von 26.1 kg Milch (Tab. 3). Sie befanden sich entweder in der Start- (≤ 100 Tage der Laktation), oder in der Produktionsphase (≥ 100 Tage der Laktation).

Tab. 2: Betriebsdaten (Betriebs- und Herdengrösse, Jahresmilchleistung)

Betrieb	Betriebsgrösse (ha)	Herdengrösse (Anzahl Kühe)	Jahresmilchleistung (kg)
1	50	75	7500
2	38	40	7500
3	28	32	8100
4	46	58	7470
5	34	33	7200
6	64	36	8300
7	35	33	8000
8	36	52	7200
9	50	75	9000
10	40	71	7500
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	42.1 ± 9.96	50.5 ± 17.19	7777.0 ± 539.78

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

6.1.1. Milchleistungsdaten auf Betriebsebene

Zur Beurteilung der Milchleistung wurden die Menge der produzierten Milch sowie deren Anteil an Fett und Protein herangezogen. Die Daten stammten, wie bereits in Kapitel „Tiere, Material und Methoden“ beschrieben, von der Milchleistungsprüfung der betriebseigenen Zuchtverbände (Tab. 3). In Tabelle 3 ist ersichtlich, dass der Milchfettgehalt bei der Hälfte der Betriebe (1, 2, 6, 7, 8) über dem erwünschten Referenzbereich (3.5 – 4.20 g/l) lag. Nur in zwei Betrieben (4, 5) lag er darunter und betrug durchschnittlich 4.1 g/l Milch. In sieben Betrieben (1, 3, 4, 5, 8, 9, 10) war der Anteil des Milchproteins zu tief. Der tiefste Wert lag bei 3.14 g/l Milch. Daraus resultierte auch ein leicht zu tiefer Durchschnitt des Milchproteinwertes aller Betriebe. Dieser lag bei 3.4 g/l Milch. Nur in drei Betrieben (2, 6, 7) verfügte die Milch über genügend Protein, während kein Betrieb zu hohe Werte aufwies.

Tab. 3: Milchleistungsdaten der betriebseigenen Zuchtverbände während der gesamten Laktationsperiode (**zu hohe Werte, zu tiefe Werte**)

Betrieb	Milchmenge (kg/d)	Milchfett (g/l)	Milchprotein (g/l)
1	28.6	4.26	3.22
2	24.9	4.65	3.69
3	29.9	4.08	<i>3.40</i>
4	22.7	<i>3.42</i>	<i>3.41</i>
5	30.2	<i>3.16</i>	<i>3.14</i>
6	19.1	4.96	3.60
7	25.5	4.38	3.61
8	21.4	4.27	<i>3.41</i>
9	33.4	3.90	<i>3.18</i>
10	24.9	3.90	<i>3.35</i>
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	26.1 ± 4.20	4.1 ± 0.51	3.4 ± 0.18
Referenzbereich (g/l)		3.50 – 4.20	3.50 – 3.80

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

6.1.2. Milchleistungsdaten während den Laktationsphasen

Es handelt sich um einmal erhobene Querschnittsdaten, wobei die Resultate der Kühe den jeweiligen Laktationsstadien zugeordnet wurden.

6.1.2.1. Milchfett

Der durchschnittliche Milchfettgehalt aller Betriebe lag in der Startphase im Referenzbereich (3.5 – 4.2 g/l). Er war hingegen in der Produktionsphase leicht erhöht (Tab. 4a). Insgesamt nahm dieser Wert demnach im Laufe der Laktation zu. Die Betriebe 1, 2, 3, 9, 10 wiesen während der Startphase Werte innerhalb des Referenzbereiches auf. Die Betriebe 6, 7, 8 wiesen zu Beginn der Laktation einen zu hohen Wert auf, mussten jedoch während der Laktation einen Verlust

hinnehmen. Die Werte der Betriebe 6 und 7 waren auch in der Produktionsphase höher als erwünscht. Ein zu tiefer Wert lag auf dem Betrieb 4 nur in der Startphase vor. Der Betrieb 5 zeigte während der gesamten Laktation zu tiefe Werte. Die Betriebe 1 und 2 starteten mit erwünschten Werten des Milchfetts in die Laktation und steigerten den Gehalt so, dass sie in der Produktionsphase erhöhte Werte aufwiesen. Der Milchfettgehalt wies in den Betrieben 1 – 5 sowie 9 und 10 während der Laktation eine steigende Tendenz auf.

Tab. 4a: Milchfettgehalt (g/l) der betriebseigenen Zuchtverbände während der Start- und Produktionsphase (**zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Betrieb	Startphase	Produktionsphase
1	4.18	4.34
2	3.86	5.70
3	3.99	4.20
4	<i>3.16</i>	3.68
5	<i>2.98</i>	<i>3.45</i>
6	5.13	4.78
7	4.48	4.30
8	4.33	4.20
9	3.75	4.10
10	3.79	4.04
$\bar{x} \pm SD^*$	4.0 ± 0.59	4.3 ± 0.59

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

6.1.2.2. Milchprotein

Auch der Milchproteingehalt (3.5 – 3.8 g/l) erhöhte sich im Laufe der Laktation (Tab. 4b). Trotzdem wiesen 50% der Betriebe (1, 4, 5, 9, 10) in der Produktionsphase einen zu tiefen Wert auf. Nur der Betrieb 7 zeigte während dieser Laktationsphase ein zu hohes Milchprotein. In den Betrieben 2 und 10 verlief es gegenläufig. Der Proteingehalt senkte sich im Laufe der Laktation. Während sich in zwei Betrieben (Betrieb 1, 5) die zu tiefen Werte der Startphase auch in der

Produktionsphase fortsetzten, konnten die Betriebe 3 und 4 ihre anfänglich zu tiefen Werte in den Referenzbereich erhöhen.

Tab. 4b: Milchproteingehalt (g/l) der betriebseigenen Zuchtverbände während der Start- und Produktionsphase (**zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Betrieb	Startphase	Produktionsphase
1	3.10	3.34
2	3.79	3.54
3	3.18	3.68
4	3.37	3.45
5	3.00	3.37
6	3.57	3.64
7	3.36	3.81
8	3.20	3.70
9	3.17	3.20
10	3.37	3.31
$\bar{x} \pm SD^*$	3.3 ± 0.22	3.5 ± 0.19

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

6.1.2.3. Milchmenge

Die Milchmenge der untersuchten Kühe nahm in acht Betrieben wie erwartet im Laufe der Laktation ab (Tab. 4c). Die Kühe der Betriebe 2 und 4 gaben insgesamt in der Produktionsphase mehr Milch, als zu Beginn der Laktation. Der Betrieb 3 zeigte während der gesamten Laktation den höchsten Rückgang der produzierten Menge Milch. Die Produktion startete mit 36.1 kg Milch und fiel während der Produktionsphase auf 21.8 kg Milch ab. Die Betriebe zeigten bezüglich der Milchproduktion einige Unterschiede. So war der Betrieb 9 in der Start- (38.2 kg Milch) sowie in der Produktionsphase (27 kg Milch) Spitzenreiter. Der Betrieb 4 wies mit 20.1 kg Milch die geringste Produktion in der Startphase auf. Dagegen produzierte der Betrieb 8 am wenigsten Milch (14 kg) in der Produktionsphase.

Tab. 4c: Daten der Milchmenge (kg/d) der betriebseigenen Zuchtverbände während der Start- und Produktionsphase

Betrieb	Startphase	Produktionsphase
1	31.8	25.5
2	24.6	25.4
3	36.1	21.8
4	20.1	25.3
5	33.3	24.9
6	23.1	15.2
7	33.1	19.4
8	26.9	14.0
9	38.2	27.0
10	26.1	23.4
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	29.3 ± 5.69	22.2 ± 4.32

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

6.2. Metabolische Profile

6.2.1. Blutanalyse zur Überprüfung der Fütterung und der Fruchtbarkeit einer Milchviehherde

6.2.1.1. Während den Laktationsphasen

Die folgenden Resultate der Blutanalyse waren nicht vom Betrieb, sondern nur von den Laktationsphasen abhängig. In der Galt- und in der Produktionsphase waren die Mittelwerte der beiden Leberenzyme GLDH und GGT aller untersuchten Kühe leicht erhöht (Tab. 5). Zu Beginn der Laktation (Startphase) waren die durchschnittlichen Resultate der Urea und wiederum der GLDH erhöht. Das Leberenzym GLDH lag somit während der gesamten Laktationsperiode über dem erwünschten Mittelwert. Die FFA war einzig in der Produktionsphase im Mittel zu hoch. Kein Resultat der Blutproben wies durchschnittlich zu tiefe Werte auf.

Tab. 5: Betriebsunabhängige Resultate der Blutproben aller untersuchten Tiere während den verschiedenen Laktationsphasen (n = 106; **zu hohe Werte, zu tiefe Werte**)

Blutparameter	Galtphase			Startphase			Produktionsphase		
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum
Glucose (mmol/l)	3.1	2.5	3.9	3.0	2.2	5.0	3.1	2.3	3.8
FFA(mEq/l)	0.100	0.003	0.141	0.100	0.002	0.537	0.100	0.003	0.170
BHB (µmol/l)	598	97	1182	724	294	1925	725	78	1629
Urea (mmol/l)	4.9	2.7	9.5	5.1	2.5	9.9	4.9	2.1	8.3
Ca (mmol/l)	2.30	1.89	2.92	2.20	1.80	3.19	2.30	1.79	3.32
P (mmol/l)	1.80	1.08	2.39	1.70	0.99	3.10	1.70	1.08	2.29
Mg (mmol/l)	1.00	0.40	1.35	1.00	0.83	1.27	1.00	0.11	1.35
GSH-Px (U/gHb)	39.6	13.4	72.4	28.9	9.4	51.7	43.7	28.6	83.6
GOT (U/l)	74	44	120	91	17	154	90	51	210
GLDH (U/l)	20	4	107	24	5	56	29	5	196
GGT (U/l)	26.0	13.0	92.0	24.9	13.0	40.0	32.0	12.0	87.0

6.2.1.2. Auf Betriebsebene

6.2.1.2.1. Energieversorgung

Im Folgenden wurden die Resultate der Blutwerte, welche die Energieversorgung auf Betriebsebene überprüfen, unabhängig der Laktationsphasen aufgeführt. Es beinhaltet dies die Glucose, die FFA, die BHB und die Urea. Die Werte der Glucose waren in allen Betrieben im Mittel über dem erwünschten Referenzbereich (Tab. 6). Die FFA war in gut einem Drittel der Betriebe (4, 6, 7) leicht erhöht, wobei der BHB-Wert nur im Betrieb 4 einen zu hohen Wert aufwies. Bei den untersuchten Tieren resultierten auf den Betrieben 1, 4, 5 und 6 erhöhte Urea-Werte.

Tab. 6: Blutwerte aller untersuchten Tiere auf Betriebsebene
(zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	Glucose (mmol/l)	FFA (mEq/l)	BHB (μ mol/l)	Urea (mmol/l)
1	3.7	0.074	832.0	6.0
2	3.6	0.068	722.0	4.0
3	3.1	0.087	815.0	4.6
4	2.8	0.131	918.0	5.1
5	2.8	0.078	835.0	6.4
6	3.1	0.146	866.0	6.6
7	3.1	0.115	644.0	4.7
8	2.9	0.045	413.0	4.3
9	2.7	0.027	434.0	3.4
10	2.8	0.018	368.0	4.6
$\bar{x} \pm SD^*$	3.1 ± 0.33	0.1 ± 0.04	684.7 ± 197.12	5.0 ± 1.00
Referenz- werte	> 2.6	< 0.100	< 900.0	2.0 – 5.0

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Die Resultate der Blutproben wurden auch abhängig der verschiedenen Laktationsphasen angeschaut.

Sämtliche Resultate der Glucose lagen mit einer Ausnahme während der gesamten Laktationsperiode über dem erwünschten Referenzwert (Tab. 7a) und somit im erwünschten Bereich. Einzig der Betrieb 5 zeigte in der Produktionsphase einen leicht zu tief gemessenen Wert (2.5 mmol/l). Die einzelnen Werte stellen Mittelwerte der Betriebe dar.

Tab. 7a: Glucose aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	3.8	3.7	3.7
2	3.6	3.7	3.4
3	3.4	2.7	3.3
4	3.0	2.7	2.8
5	3.1	2.9	2.5
6	3.1	3.2	2.9
7	3.1	2.9	3.3
8	2.8	3.0	3.1
9	2.8	2.6	2.7
10	2.8	2.7	2.9
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	3.2 ± 0.35	3.0 ± 0.40	3.1 ± 0.37
Glucose (> 2.6 mmol/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

In den Boxplots wurden die Glucosewerte der einzelnen Tiere während den Produktionsphasen dargestellt. Der Median der Glucose war während der gesamten Laktationsperiode im erwünschten Bereich (> 2.6 mmol/l; Abb. 5).

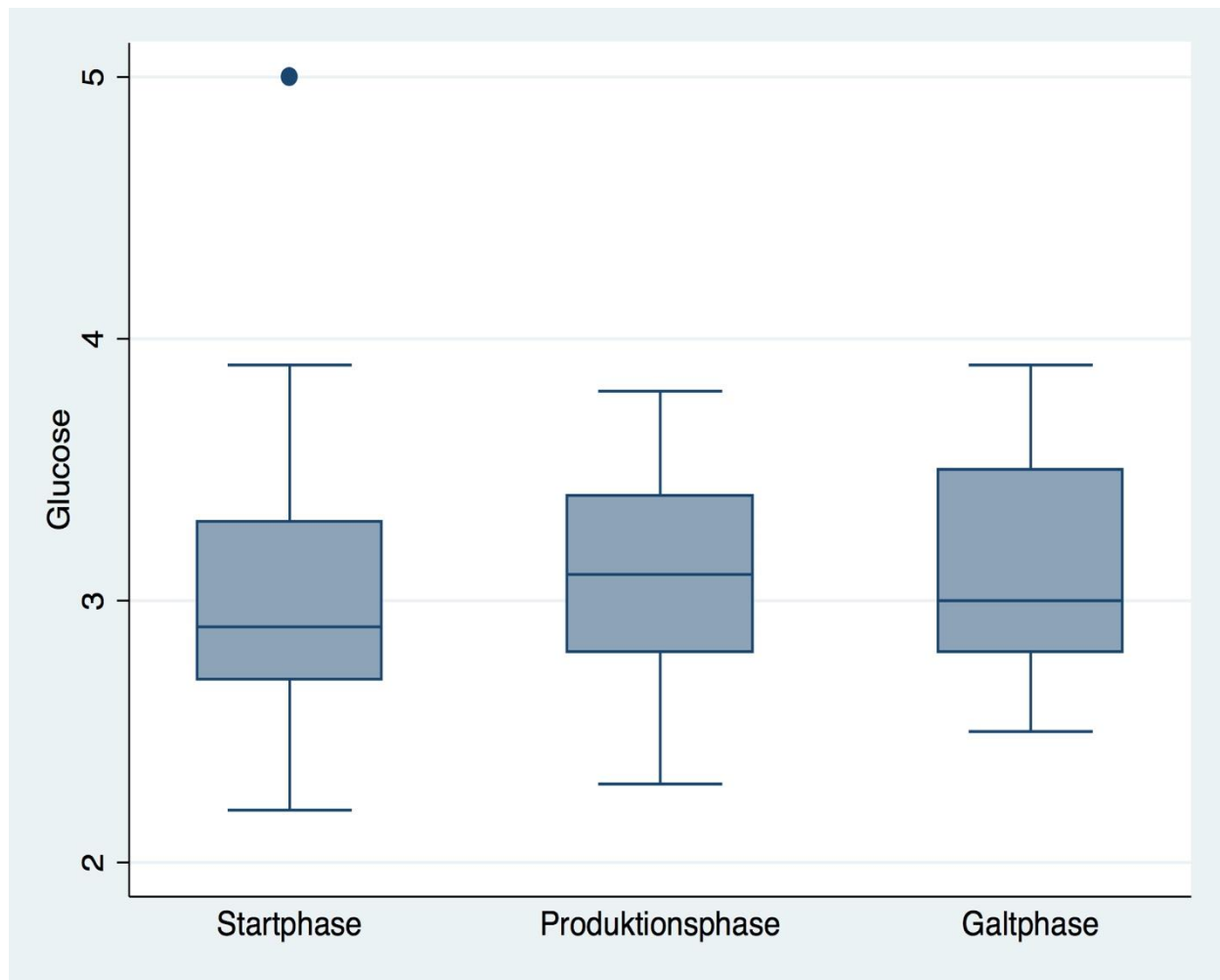


Abb. 5: Boxplot der Glucose nach den Laktationsphasen (Glucose = mmol/l)

Die mittleren Werte der FFA waren während der Galtphase in der Hälfte aller Betriebe (1, 3, 4, 5, 7) erhöht (Tab. 7b). Die Betriebe 3, 4, 6 und 7 befanden sich während der Startphase in einem eindeutigen Energiedefizit, was bedeutet, dass die FFA-Werte in diesen Betrieben erhöht waren. Auf dem Betrieb 4 resultierte auch in der Produktionsphase ein erhöhter Wert (0.133 mEq/l). Die Mittelwerte der FFA sämtlicher Betriebe lagen während der gesamten Laktationsperiode im erwünschten Bereich.

Tab. 7b: FFA aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu hohe Werte)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	0.110	0.070	0.052
2	0.055	0.097	0.042
3	0.104	0.113	0.035
4	0.112	0.143	0.133
5	0.101	0.053	0.097
6	0.097	0.219	0.110
7	0.106	0.130	0.106
8	0.044	0.037	0.055
9	0.015	0.052	0.006
10	0.014	0.019	0.021
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	0.1 ± 0.04	0.1 ± 0.06	0.1 ± 0.04
FFA (< 0.1 mEq/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Die Einzelwerte wurden in einem Boxplot dargestellt. Der Median der FFA lag während der gesamten Laktationsperiode im erwünschten Bereich (< 0.1 mEq/l) (Abb. 6).

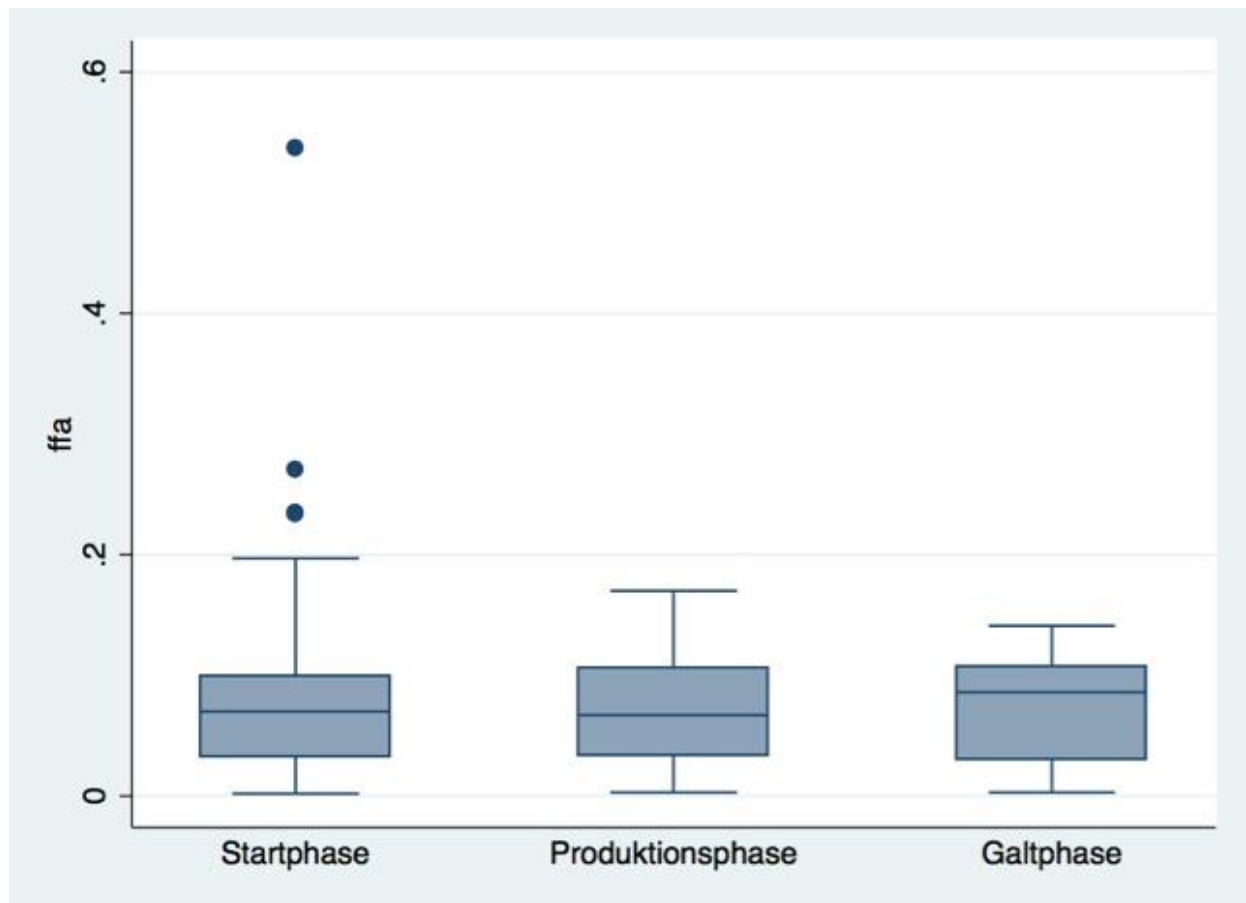


Abb. 6: Boxplot der FFA nach den Laktationsphasen (ffa = mEq/l)

Die Mittelwerte der BHB waren in allen Laktationsphasen im erwünschten Referenzbereich (Tab. 7c). Der Betrieb 5 wies in der Galtphase einen erhöhten Wert auf (925 $\mu\text{mol/l}$). In den Betrieben 4 und 6 resultierte während der gesamten Laktationsperiode (Start- und Produktionsphase) eine erhöhte BHB. Wohingegen der Betrieb 3 einzig in der Startphase und der Betrieb 1 nur in der Produktionsphase erhöhte Werte aufwiesen.

Tab. 7c: BHB aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu **hohe Werte**, zu *tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	811	777	904
2	785	714	670
3	708	1112	527
4	708	1045	949
5	925	796	811
6	370	936	1168
7	627	632	661
8	408	408	429
9	336	423	545
10	374	385	341
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	605.2 \pm 204.62	722.8 \pm 249.09	700.5 \pm 243.65
BHB (< 900 $\mu\text{mol/l}$)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der Boxplot stellt die einzelnen BHB-Werte dar. Der Median der BHB war während der gesamten Laktationsperiode unterhalb des Referenzwertes und somit im erwünschten Bereich (< 900 $\mu\text{mol/l}$; Abb. 7).

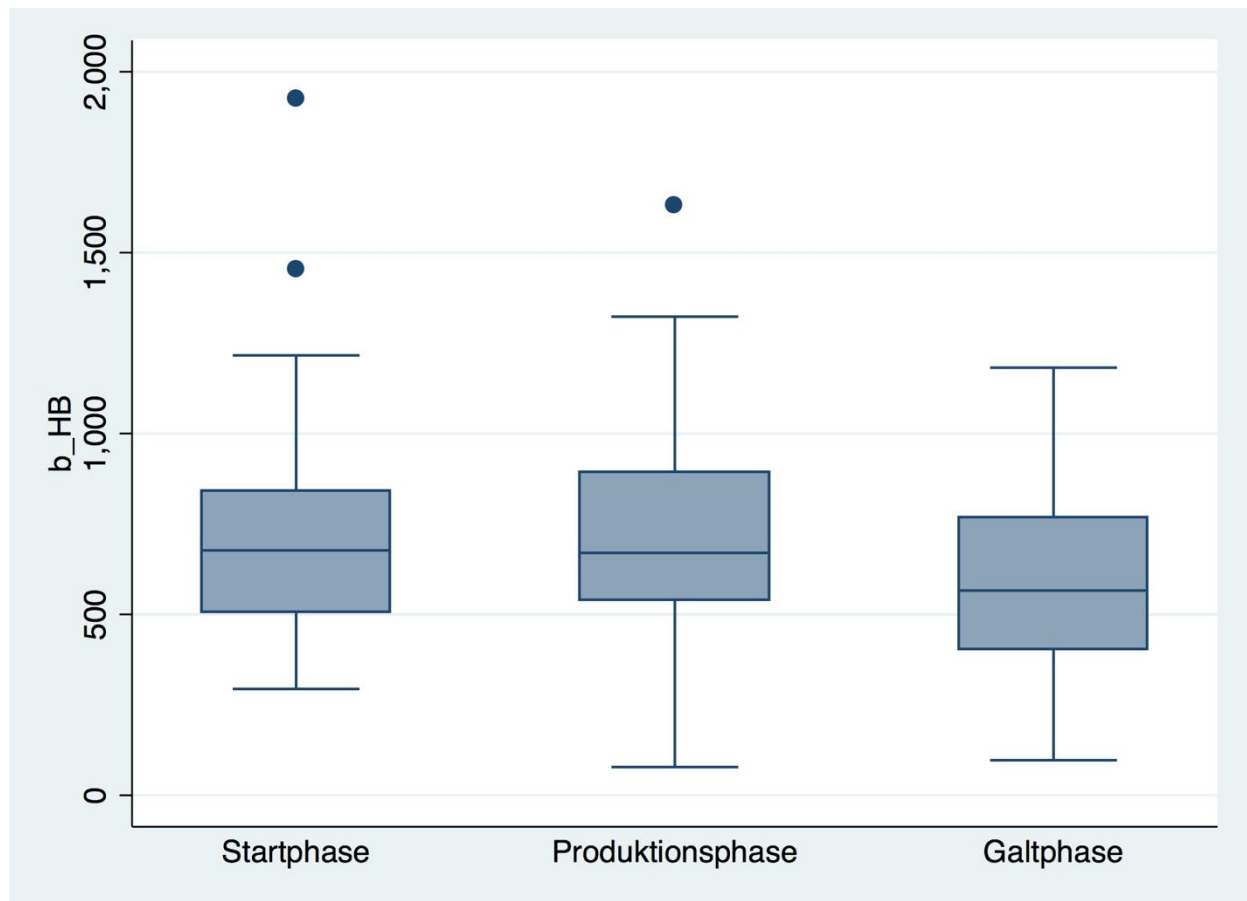


Abb. 7: Boxplot der BHB nach den Laktationsphasen ($b_{\text{BHB}} = \mu\text{mol/l}$)

Die Urea wies in allen Betrieben während der Galt- sowie der Startphase einen Mittelwert an der oberen Grenze des Referenzbereiches auf (Tab. 7d). Die Hälfte aller Betriebe (1, 3, 5, 6, 7) wies während der Galtphase zu hohe Werte auf. Drei dieser Betriebe (1, 5, 6) zeigten während der gesamten Laktationsperiode erhöhte Urea-Werte. Auf dem Betrieb 4 resultierten während der Start- und der Produktionsphase zu hohe Werte der Urea. Auf keinem der Betriebe konnten zu tiefe Werte nachgewiesen werden.

Tab. 7d: Urea aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu **hohe Werte**, zu *tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	7.0	5.5	5.6
2	4.6	3.1	4.7
3	5.5	4.1	4.2
4	3.9	5.8	5.2
5	6.5	7.1	5.2
6	5.4	6.4	7.6
7	5.6	4.4	4.6
8	3.6	5.0	4.4
9	3.7	3.7	2.5
10	4.1	5.2	4.3
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	5.0 ± 1.13	5.0 ± 1.17	4.8 ± 1.22
Urea (2 – 5 mmol/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Die Einzelwerte der Urea sind im Boxplot (Abb. 8) dargestellt. Der Median der Urea war während allen Laktationsphasen im oberen Referenzbereich (2 – 5 mmol/l) (Abb. 8).

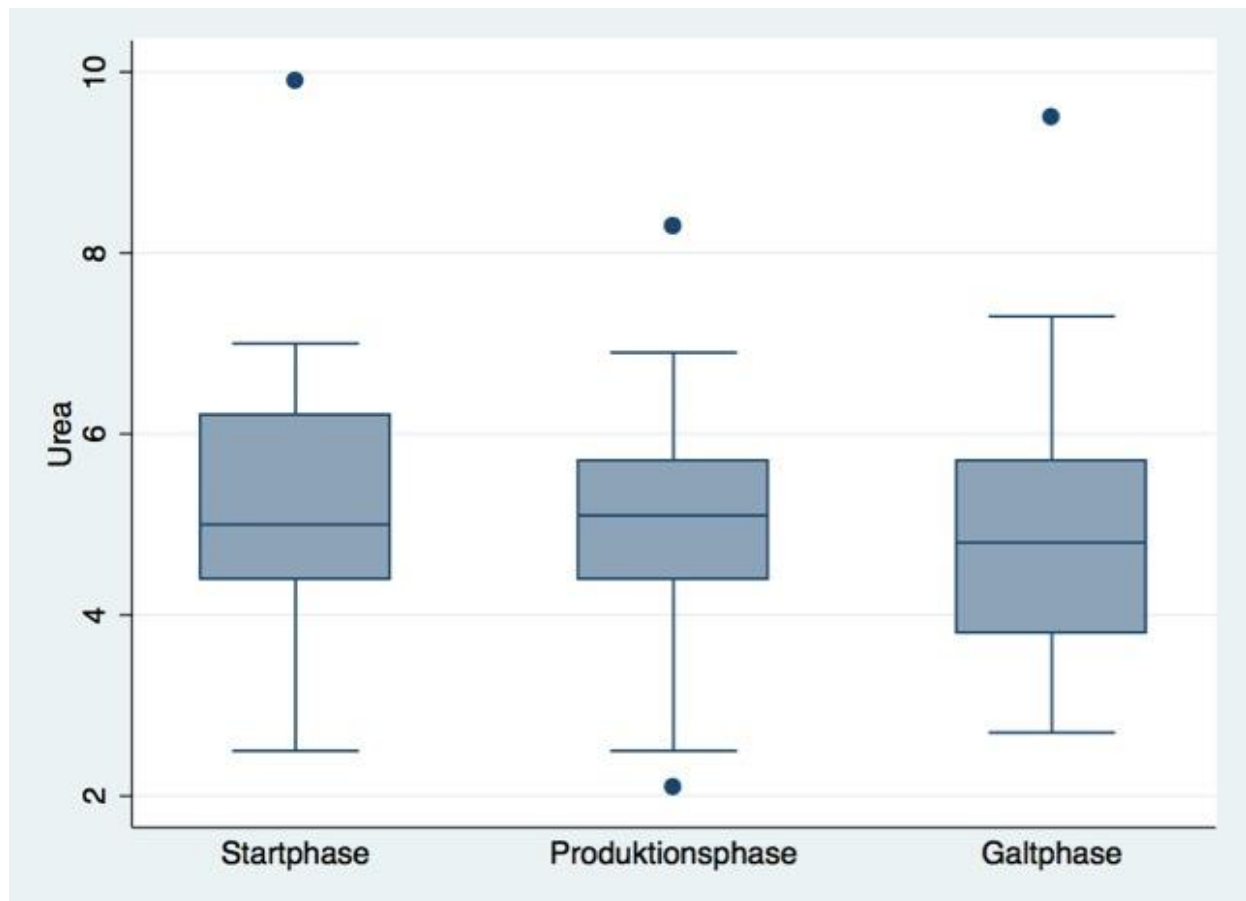


Abb. 8: Boxplot der Urea nach den Laktationsphasen (Urea = mmol/l)

Die Leberenzyme wurden wieder zuerst unabhängig der Laktationsphasen angeschaut. Es waren dies die GLDH, GOT und GGT.

Die Resultate des beim Rind leberspezifischen Enzyms GLDH waren ohne Ausnahme unabhängig vom Laktationsstadium in allen Betrieben und demnach auch im Mittel zu hoch (Tab. 8). Die Tiere in den Betrieben 1, 5 und 6 wiesen zusätzlich leicht zu hohe, durchschnittliche GOT-Werte auf. Die GGT war in vier Betrieben (1, 2, 6, 7) und im Durchschnitt aller zehn Betriebe höher als erwünscht.

Tab. 8: Leberwerte unabhängig der Laktationsphasen

(zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	GOT (U/l)	GLDH (U/l)	GGT (U/l)
1	108.0	47.0	49.6
2	94.0	40.0	27.9
3	85.0	15.0	23.7
4	76.0	19.0	24.7
5	108.0	22.0	24.8
6	106.0	22.0	26.8
7	77.0	14.0	27.4
8	70.0	21.0	22.8
9	65.0	25.0	24.4
10	64.0	21.0	23.8
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	85.3 ± 16.70	24.6 ± 10.07	27.6 ± 7.51
Referenzwerte	< 100	< 10	< 25

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Die Leberenzyme ergaben abhängig der Laktationsstadien wie erwartet Resultate, die von den gewünschten Werten abwichen.

Der Betrieb 5 wies nur in der Produktionsphase einen erwünschten, mittleren GOT-Wert auf (Tab. 9a), der Betrieb 6 einzig in der Galtphase und zwei Betriebe (1, 2) wiesen in der Produktionsphase erhöhte Werte auf. Die Mittelwerte aller Laktationsphasen befanden sich unterhalb des erwünschten Bereiches (< 100 U/l).

Tab. 9a: GOT aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; **zu hohe Werte, zu tiefe Werte**)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	85	97	136
2	58	97	126
3	85	78	95
4	68	77	82
5	109	120	90
6	90	109	114
7	75	87	70
8	61	90	57
9	60	74	59
10	50	73	66
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	74.1 ± 17.20	90.2 ± 14.92	89.5 ± 26.65
GOT (< 100 U/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der Median der GOT war während allen Laktationsphasen im erwünschten Bereich (< 100 U/l) (Abb. 9).

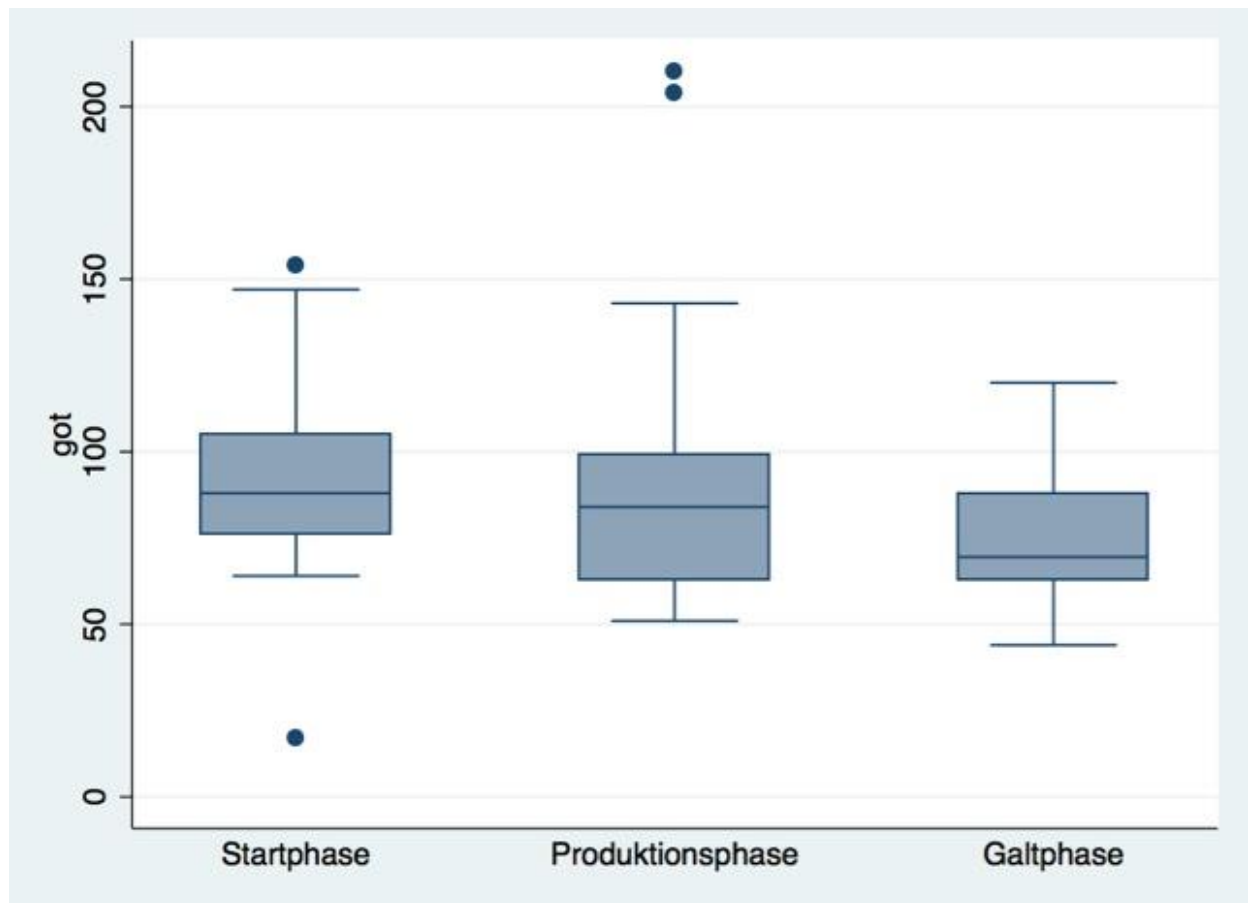


Abb. 9: Boxplot der GOT nach den Laktationsphasen (got = U/l)

Die GLDH war während der gesamten Laktationsperiode in allen Betrieben im Mittel zu hoch (Tab. 9b).

Tab. 9b: GLDH aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; **zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	27	18	90
2	49	35	39
3	11	14	19
4	13	15	28
5	13	30	18
6	18	23	25
7	12	17	12
8	22	27	13
9	14	38	20
10	15	21	26
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	19.4 \pm 10.95	23.8 \pm 7.99	29.0 \pm 21.67
GLDH ($< 10 \text{ U/l}$)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Auch der Median der einzelnen Werte der GLDH war während der gesamten Laktationsperiode erhöht (Abb. 10).

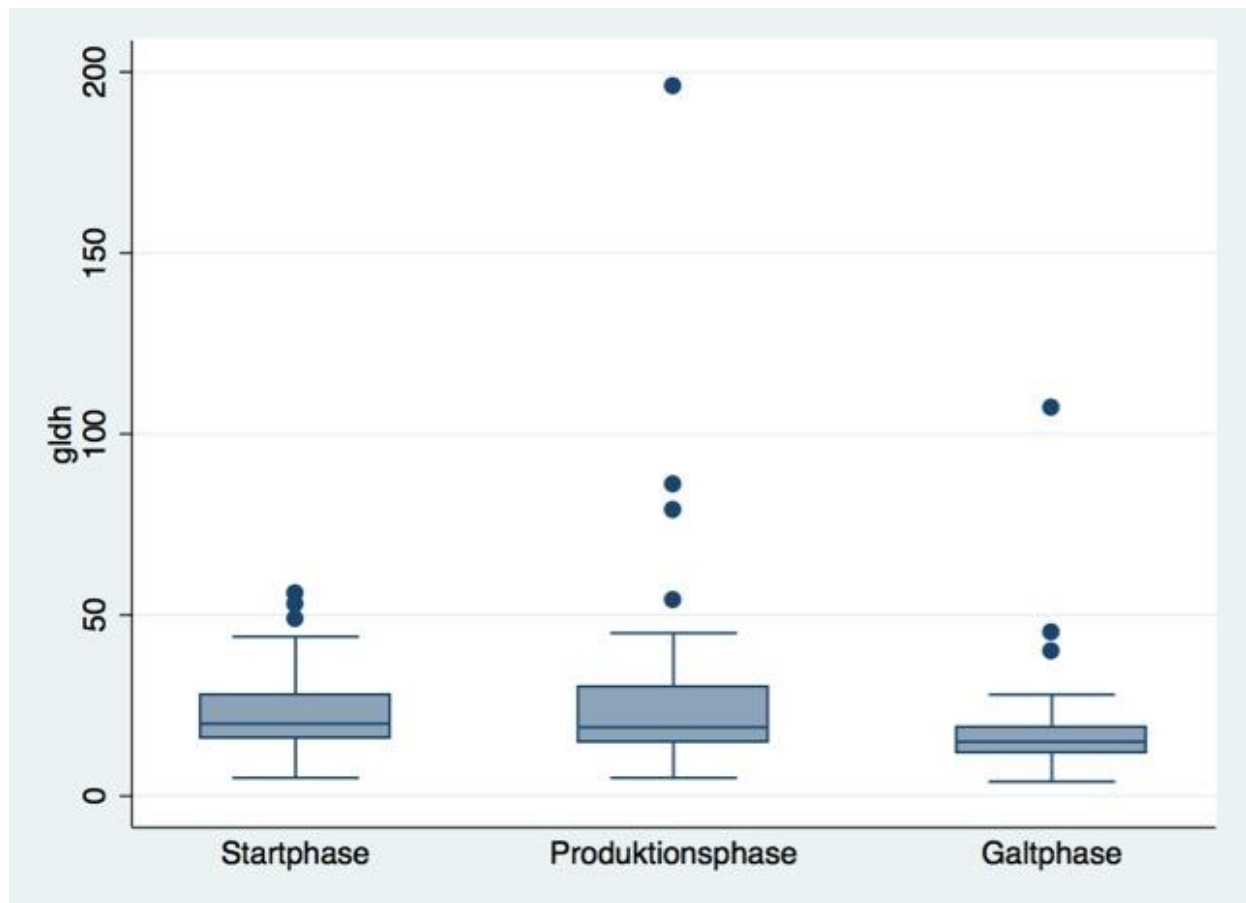


Abb. 10: Boxplot der GLDH nach den Laktationsphasen (gldh = U/l)

Die Mittelwerte der GGT waren während allen Laktationsperioden höher, als der Referenzwert es vorgab (Tab. 9c). Bei gut einem Drittel der Betriebe (1, 2, 7) waren die Resultate in der Galtphase erhöht, zu Beginn der Laktation waren es gar sechs Betriebe (1, 3, 5, 6, 8, 9) mit erhöhten GGT-Werten.

Gegen Ende der Laktation (Produktionsphase) gab es nur zwei Betriebe, die erwünschte Werte aufwiesen.

Tab. 9c: GGT aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu **hohe Werte**, zu *tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	49	31	69
2	37	24	25
3	23	27	21
4	22	18	34
5	21	25	29
6	22	26	32
7	28	24	30
8	21	26	22
9	20	27	26
10	23	24	25
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	26.6 \pm 8.87	25.2 \pm 3.12	31.3 \pm 13.18
GGT (< 25U/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Auch der Median der einzelnen Werte der GGT war während allen Laktationsphasen über dem erwünschten Referenzwert von 25 U/l (Abb. 11).

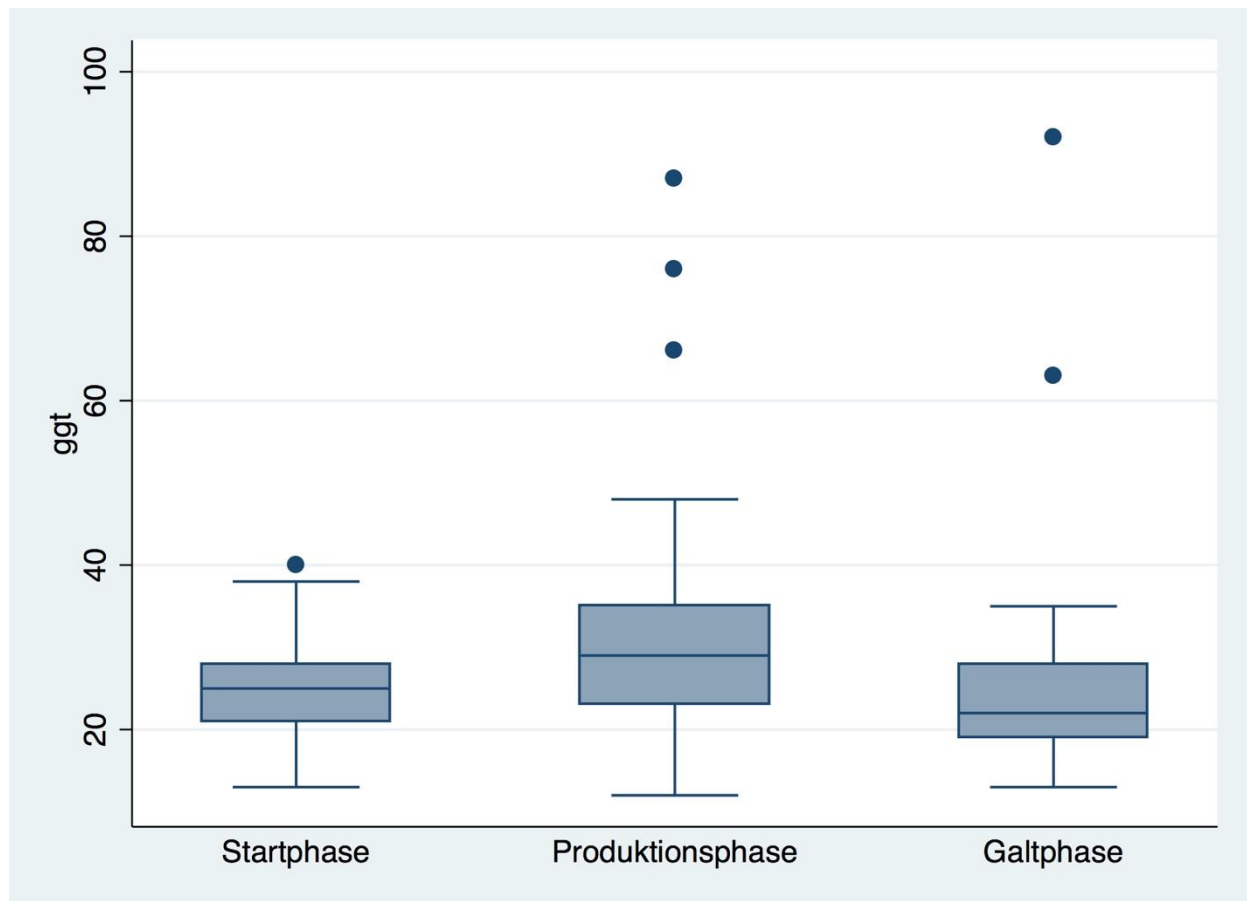


Abb. 11: Boxplot der GGT nach den Laktationsphasen (ggt = U/l)

6.2.1.2.2. Mineralstoffversorgung und Überprüfung Selen

Die einzelnen Betriebe wiesen im Mittel, unabhängig der Laktationsphase, eine gute Mineralstoffversorgung auf (Tab. 10). Es wurden dafür das Kalzium, Phosphor und Magnesium im Blut bestimmt. Der Kalziumgehalt war nur im Betrieb 10 etwas knapp (1.96 mmol/l) bemessen. Dieser Betrieb hatte ebenfalls einen leicht zu tiefen Magnesiumgehalt (0.78 mmol/l). Der Phosphor war in Betrieb 9 mit 1.40 mmol/l unter dem erwünschten Referenzbereich. Drei Betriebe (1, 2, 4) wiesen leicht erhöhte Magnesiumwerte auf.

Die GSH-Px wurde, zur indirekten Überprüfung des Selengehaltes, ebenfalls bestimmt und war in allen Betrieben über dem erwünschten Referenzwert und somit in der Norm.

Tab. 10: Mineralstoffe und GSH-Px unabhängig der Laktationsphasen

(zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	Ca (mmol/l)	P (mmol/l)	Mg (mmol/l)	GSH-Px (U/g Hb)
1	2.43	1.72	1.16	31.4
2	2.19	1.72	1.11	41.1
3	2.19	1.56	1.02	28.7
4	2.55	1.79	1.14	37.2
5	2.32	1.84	0.99	30.4
6	2.67	1.91	1.03	42.4
7	2.20	1.86	0.96	42.3
8	2.14	1.79	1.01	42.8
9	2.00	<i>1.40</i>	0.89	34.6
10	<i>1.96</i>	1.67	<i>0.78</i>	36.9
$\bar{x} \pm SD^*$	2.3 ± 0.22	1.7 ± 0.15	1.0 ± 0.11	36.8 ± 5.09
Referenzwerte	2 – 3	1.5 – 2.5	0.8 – 1.1	> 10

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Die Resultate der Mineralstoffe auf Betriebsebene abhängig von den Laktationsphasen (Tab. 11a–d) waren nur minimal verändert. Einen Kalziummangel wies einzig der Betrieb 10 während der gesamten Laktationsperiode auf (Tab. 11a). Den Kühen des Betriebs 9 mangelte es nur in der Produktionsphase an Kalzium.

Tab. 11a: Kalzium aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu **hohe Werte**, zu *tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	2.51	2.36	2.45
2	2.27	2.10	2.23
3	2.13	2.09	2.39
4	2.56	2.41	2.68
5	2.34	2.32	2.31
6	2.80	2.75	2.49
7	2.16	2.24	2.17
8	2.12	2.14	2.17
9	2.01	2.04	1.95
10	1.99	1.95	1.94
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	2.3 ± 0.25	2.2 ± 0.22	2.3 ± 0.22
Ca (2 – 3mmol/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der Median der einzelnen Werte des Kalziums befand sich während allen Laktationsphasen im erwünschten Bereich (2 – 3 mmol/l; Abb. 12).

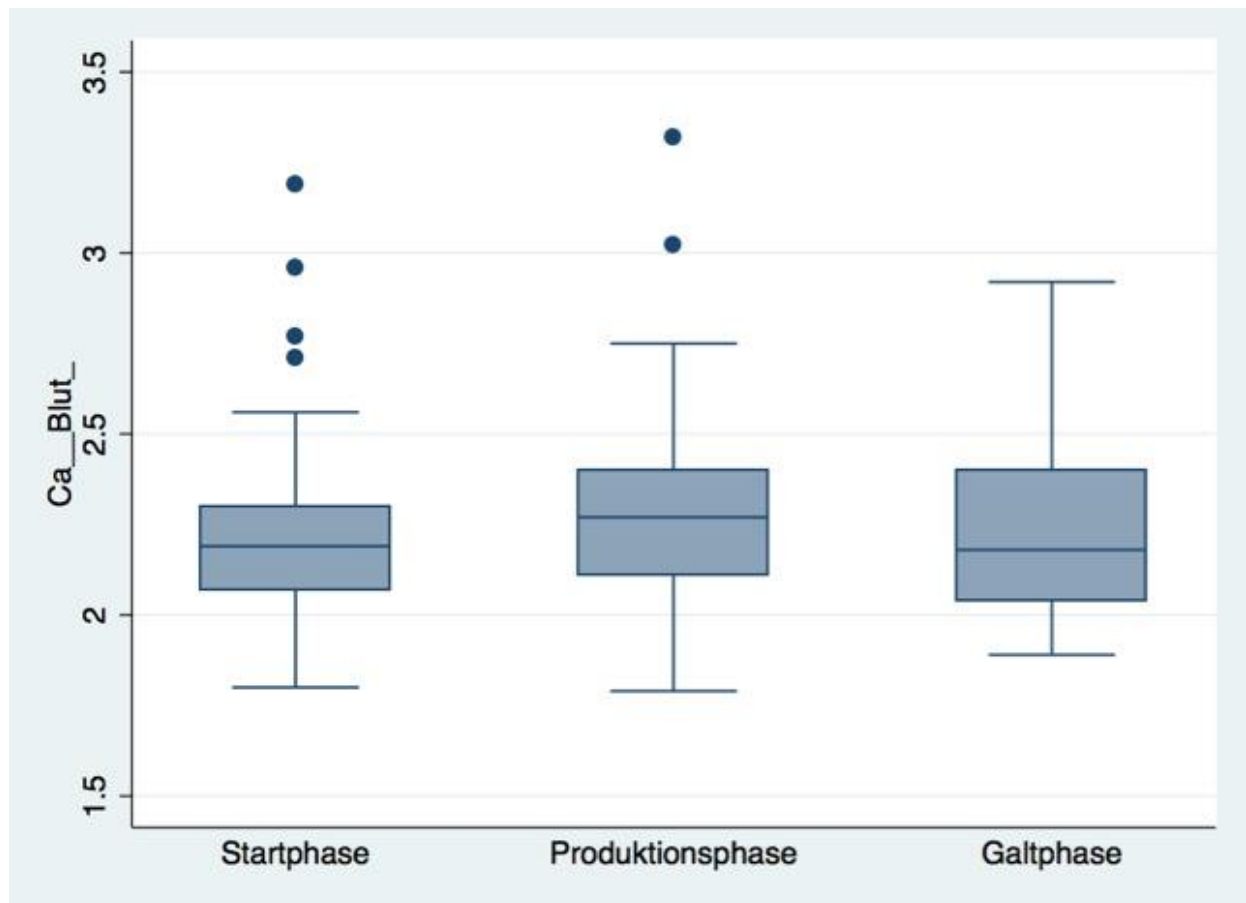


Abb. 12: Boxplot des Kalziums nach den Laktationsphasen (Ca_Blut_ = mmol/l)

Die Resultate der Blutuntersuchungen des Phosphors waren in wenigen Betrieben zu niedrig, jedoch nie erhöht (Tab. 11b). Mit einem Resultat des mittleren Phosphorwertes von 1.47 mmol/l wies nur der Betrieb 4 in der Galtphase einen Phosphormangel auf. In der Start- sowie der Produktionsphase war dies im Betrieb 9 der Fall. Die durchschnittliche, mittlere Phosphorversorgung war in der Mehrheit der beprobten Betriebe zufrieden stellend.

Tab. 11b: Phosphor aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; *zu tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	1.54	1.77	1.80
2	1.70	1.73	1.73
3	1.67	1.51	1.53
4	<i>1.47</i>	2.29	1.54
5	1.89	1.75	1.95
6	1.92	1.70	2.11
7	2.24	1.58	1.92
8	2.05	1.64	1.66
9	1.66	<i>1.30</i>	<i>1.28</i>
10	1.65	1.64	1.72
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	1.8 ± 0.23	1.7 ± 0.24	1.7 ± 0.23
P (1.5 – 2.5 mmol/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der Median des Phosphors war während allen Laktationsphasen im Referenzbereich (Abb. 13).

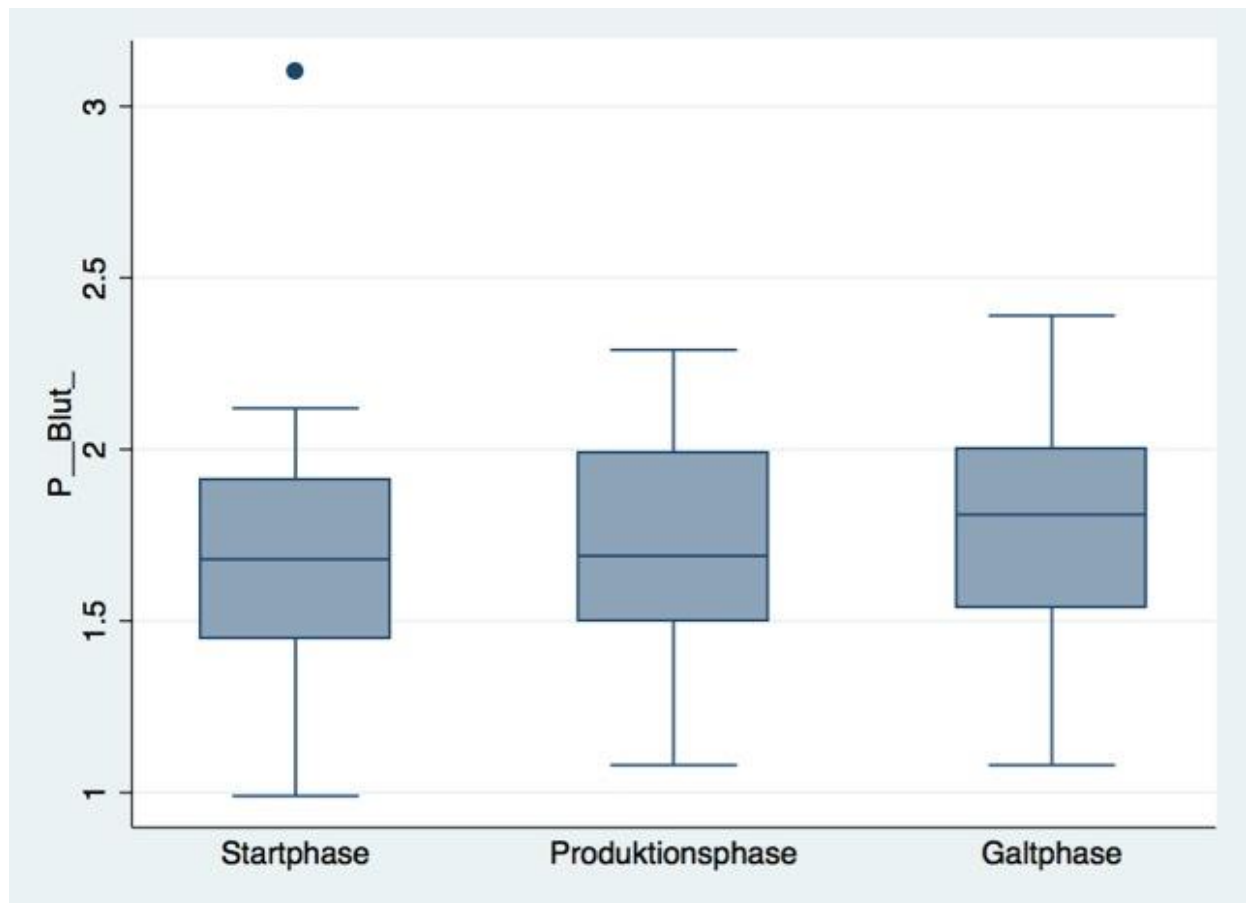


Abb. 13: Boxplot des Phosphors nach Laktationsperioden ($P_Blut_ = \text{mmol/l}$)

In der Hälfte aller untersuchten Betriebe war das Magnesium während der Galtphase verändert (Tab. 11c). Drei der Betriebe (1, 2, 4) wiesen zu hohe, während zwei andere Betriebe (9, 10) zu tiefe Werte aufwiesen. Der Betrieb 10 zeigte zusätzlich, wie bereits weiter oben beschrieben, in der Produktionsphase einen Phosphormangel. In der Startphase waren die Resultate mit einer Ausnahme (Betrieb 1) im erwünschten Referenzbereich. Hingegen hatten die Betriebe 1, 2 und 3 in der Produktionsphase einen Magnesiumüberschuss vorzuweisen.

Tab. 11c: Magnesium aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; **zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	1.16	1.12	1.20
2	1.19	1.03	1.14
3	0.97	1.09	0.97
4	1.18	1.09	1.16
5	0.88	1.04	1.02
6	1.03	1.02	1.04
7	1.03	1.03	0.89
8	1.01	1.03	1.00
9	<i>0.71</i>	0.96	0.99
10	<i>0.72</i>	0.85	<i>0.74</i>
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	1.0 ± 0.17	1.0 ± 0.07	1.0 ± 0.13
Mg (0.8 – 1.1 mmol/l)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der Median des Magnesiums war während allen Laktationsphasen im erwünschten Referenzbereich (Abb. 14).

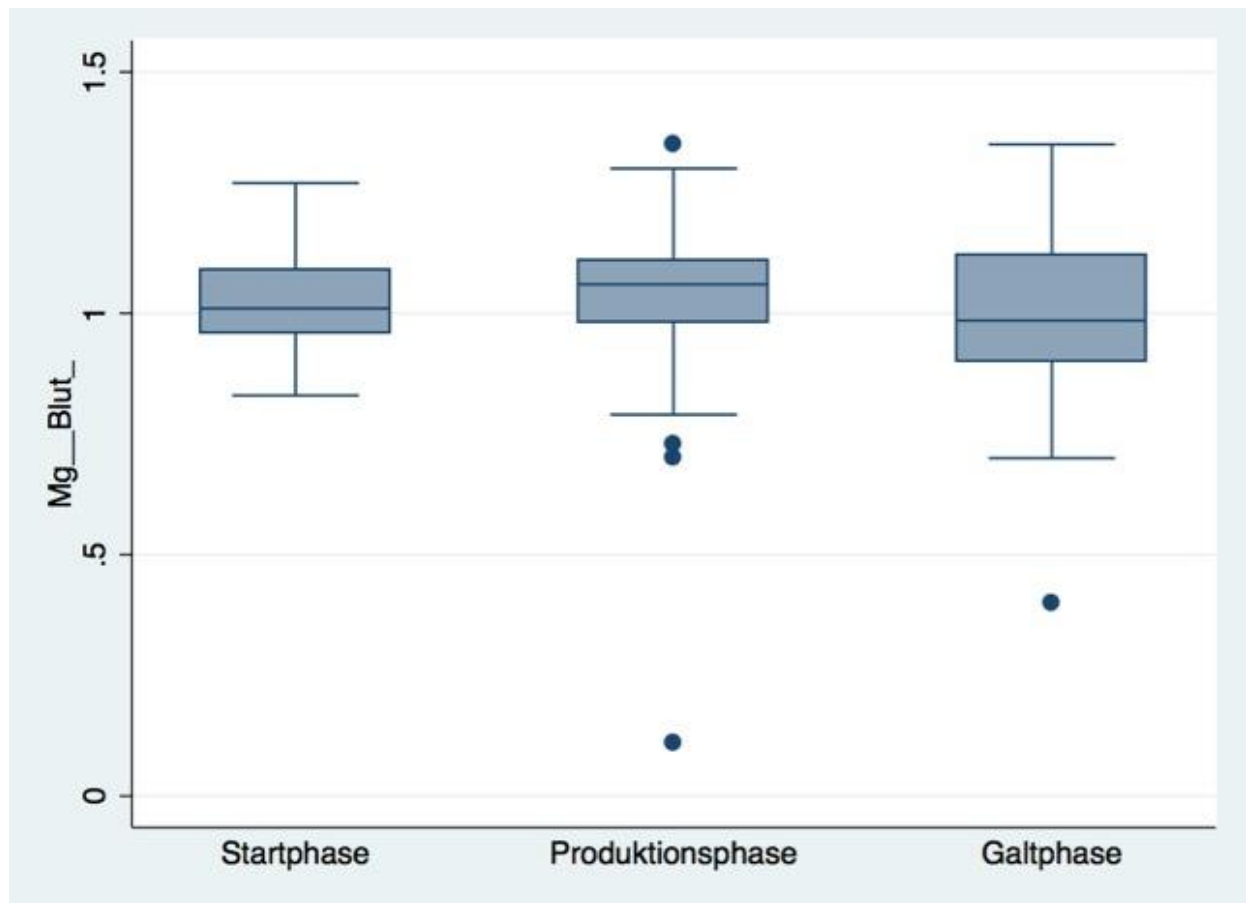


Abb. 14: Boxplot des Magnesiums nach den Laktationsphasen (Mg_Blut_ = mmol/l)

Die Resultate der GSH-Px zeigten keine pathologischen Abweichungen und befanden sich allesamt im erwünschten Bereich (> 10 U/g Hb; Tab. 11d).

Tab. 11d: GSH-Px aller untersuchten Tiere während den Laktationsphasen

(n = 106; zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	Galtphase	Startphase	Produktionsphase
1	32.0	24.4	38.1
2	43.3	30.0	53.8
3	25.9	25.3	36.1
4	52.0	19.5	43.9
5	29.0	23.4	43.5
6	52.7	29.1	48.0
7	42.3	38.4	45.5
8	49.1	32.9	47.5
9	36.4	36.0	30.8
10	31.4	31.5	49.5
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	39.4 ± 9.34	29.1 ± 5.62	43.7 ± 6.54
GSH-Px (> 10 U/g Hb)			

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der Median der GSH-Px befand sich während der gesamten Laktationsperiode oberhalb des erwünschten Referenzwertes (Abb. 15).

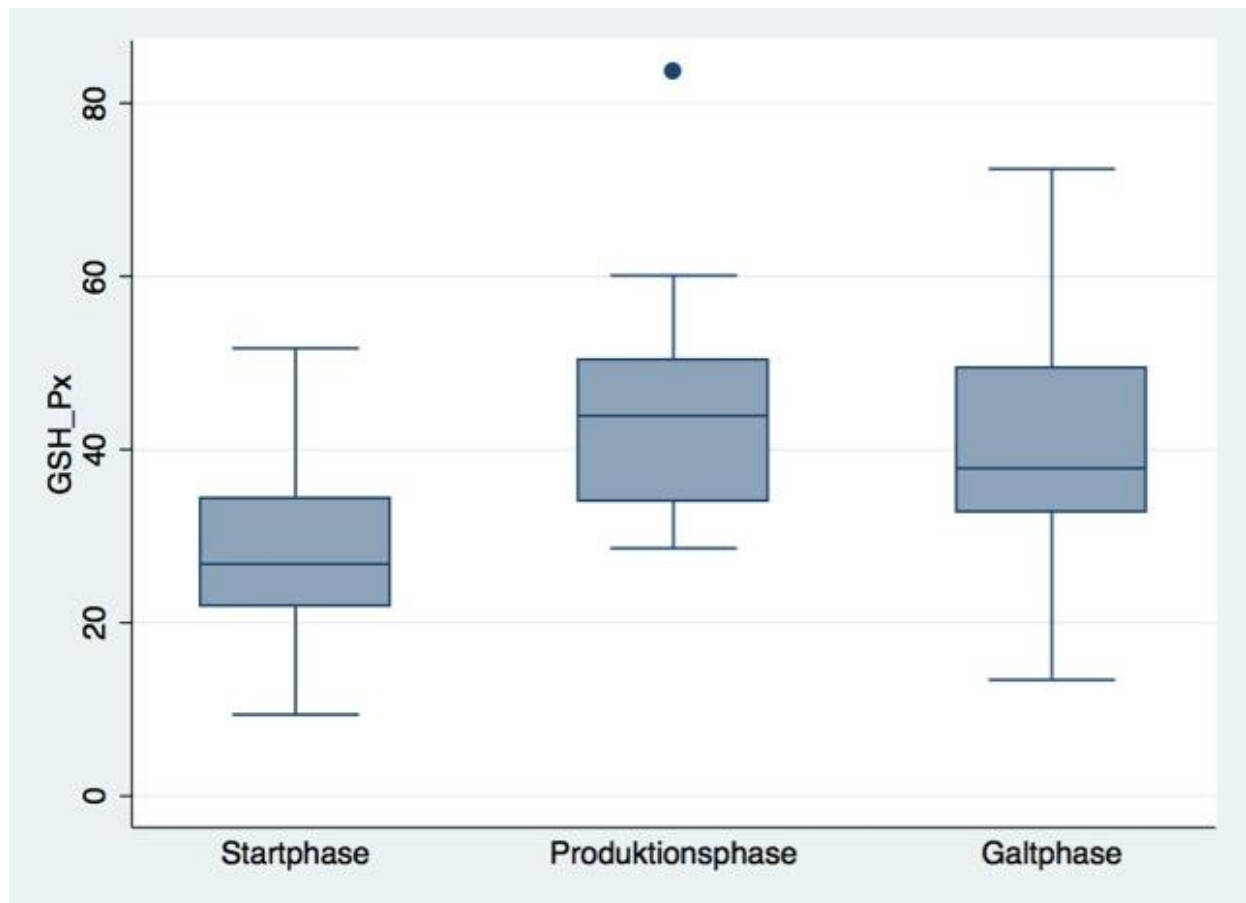


Abb. 15: Boxplot der GSH-Px nach den Laktationsphasen (GSH_Px = U/g Hb)

6.2.2. Harnanalyse zur Überprüfung der Fütterung und der Fruchtbarkeit einer Milchviehherde

Im Harn wurden die Elektrolyte Natrium, Kalium und Magnesium bestimmt. Die durchschnittlichen Resultate der Harnproben waren auf allen Betrieben unabhängig der Laktationsphasen im erwünschten Bereich (Tab. 12). Das Natrium war in allen Betrieben innerhalb des Referenzbereiches. Das Magnesium lag einzig im Betrieb 10 leicht darunter ($> 5 - 10$). In vier Betrieben (3, 5, 8, 9) war hingegen das Kalium erhöht.

Tab. 12: Elektrolyte aller untersuchten Kühe unabhängig der Laktationsphasen

(n = 40; **zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Betrieb	Na (mmol/l)	K (mmol/l)	Mg (mmol/l)
1	20.0	267.5	7.9
2	66.0	202.0	7.6
3	43.5	426.5	7.9
4	28.3	363.8	7.5
5	35.2	428.8	8.4
6	17.0	352.5	8.8
7	37.0	328.0	7.3
8	12.0	404.0	8.8
9	12.6	406.8	7.2
10	30.0	364.8	4.5
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	30.2 ± 15.66	354.5 ± 69.00	7.6 ± 1.17
Referenzwert	> 10	< 400	> 5 – 10

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Bei 51.3% der Kühe, von welchen eine Harnprobe entnommen und danach untersucht wurde, waren alle Elektrolyte innerhalb des erwünschten Referenzbereiches (Tab. 13). 94.7% aller untersuchten Tiere wiesen erwünschte Natriumwerte auf. Beim Magnesium waren es 92.3%, beim Kalium 57.9%.

Tab. 13: Prozentualer Anteil der Elektrolyte im Harn (n = 40; **zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Laborwert	Anzahl Tiere	%
Natrium in der Norm	36	94.7
Natrium tief	2	5.3
Magnesium in der Norm	36	92.3
Magnesium tief	3	7.7
Kalium in der Norm	22	57.9
Kalium hoch	16	42.1
Alle Werte in der Norm	20	51.3

6.3. Scoring zur Überprüfung der Fütterung und der Fruchtbarkeit einer Milchviehherde

6.3.1. Während den Laktationsphasen

Der Mittelwert aller Scores war während der Galtphase in den zehn Betrieben im erwünschten Bereich. Vier der beurteilten Betriebe (5, 7, 8, 9) wiesen zu hohe Werte des UFS auf (Tab. 14a). Die erwünschten Kennzahlen der Scores einer Milchviehherde während den verschiedenen Laktationsphasen sind in Kapitel „Tiere, Material und Methoden“, Abb. 2 ersichtlich.

Tab. 14a: Scores aller beurteilten Kühe während der Galtphase
(zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	BCS	RFS	FCS	UFS
1	3.00	2.70	3.30	1.70
2	4.00	3.30	3.30	2.30
3	3.70	2.70	4.00	1.00
4	3.30	3.00	4.00	2.30
5	3.30	3.30	3.30	2.70
6	4.00	3.70	3.70	2.30
7	3.00	3.00	3.50	3.50
8	3.75	2.50	4.00	3.00
9	3.70	3.00	3.70	2.70
10	3.70	3.70	3.30	2.30
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	3.5 ± 0.35	3.1 ± 0.39	3.6 ± 0.30	2.4 ± 0.65

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Der BCS wies während der Startphase im Mittel einen Wert innerhalb des Referenzbereiches auf (Tab. 14b). Einzig die Kühe des Betriebs 7 wiesen durchschnittlich einen zu hohen BCS auf. Der RFS aller Betriebe zeigte keine unerwünschten Abweichungen. Alle beurteilten Werte lagen innerhalb des Referenzbereiches. Wohingegen der UFS mit Ausnahme eines Betriebes (3) zu hoch war. Der FCS-Wert war einzig im Betrieb 1 erhöht.

Tab. 14b: Scores aller beurteilten Kühe während der Startphase
(zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	BCS	RFS	FCS	UFS
1	2.50	3.25	4.00	2.00
2	2.75	2.75	3.50	2.50
3	3.00	2.50	3.50	1.50
4	3.00	3.25	3.50	3.00
5	3.00	3.20	3.00	2.60
6	3.25	2.50	3.25	3.00
7	3.50	2.75	2.75	3.00
8	3.00	2.75	3.00	2.00
9	2.75	2.75	3.00	2.75
10	3.25	3.25	3.00	2.25
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	3.0 ± 0.27	2.9 ± 0.30	3.3 ± 0.35	2.5 ± 0.49

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

Die Resultate des BCS aller beurteilten Tiere während der Produktionsphase befanden sich im erwünschten Bereich und waren somit nicht verändert (Tab. 14c). Der RFS war bei 50% der Tiere knapp bemessen. Dies hatte auch einen zu tiefen Durchschnitt zur Folge. Der FCS war auf zwei Betrieben (1, 3) verändert und wies zu hohe Werte auf. Die UFS hingegen war in gut zwei Dritteln der Betriebe zu hoch, was auch den zu hohen Mittelwert zu erklären vermochte.

Tab. 14c: Scores aller beurteilten Kühe während der Produktionsphase
(zu hohe Werte, zu tiefe Werte)

Betrieb	BCS	RFS	FCS	UFS
1	3.50	3.50	4.00	2.75
2	3.30	3.30	3.30	2.70
3	3.00	2.70	4.00	1.30
4	3.25	2.50	3.00	2.50
5	3.00	3.00	3.00	2.30
6	3.00	2.75	3.75	3.75
7	3.60	3.60	3.00	3.00
8	3.70	2.70	3.70	2.30
9	3.30	3.00	3.00	2.00
10	3.30	3.00	3.00	1.70
$\bar{x} \pm \text{SD}^*$	3.3 ± 0.24	3.0 ± 0.35	3.4 ± 0.42	2.4 ± 0.65

*: SD = Standardabweichung (standard deviation)

6.3.1.1. Zusammenfassung aller Bestandesscores

Der Vergleich der Kurven aller Bestandesscores (BCS, RFS, FCS, UFS) zusammen während den verschiedenen Laktationsphasen fiel in den verschiedenen zehn Betrieben während den Laktationsphasen sehr unterschiedlich aus (Abb. 16). Es ergab kein homogenes Bild. Die Variabilität während der Produktionsphase war am eindrucklichsten.

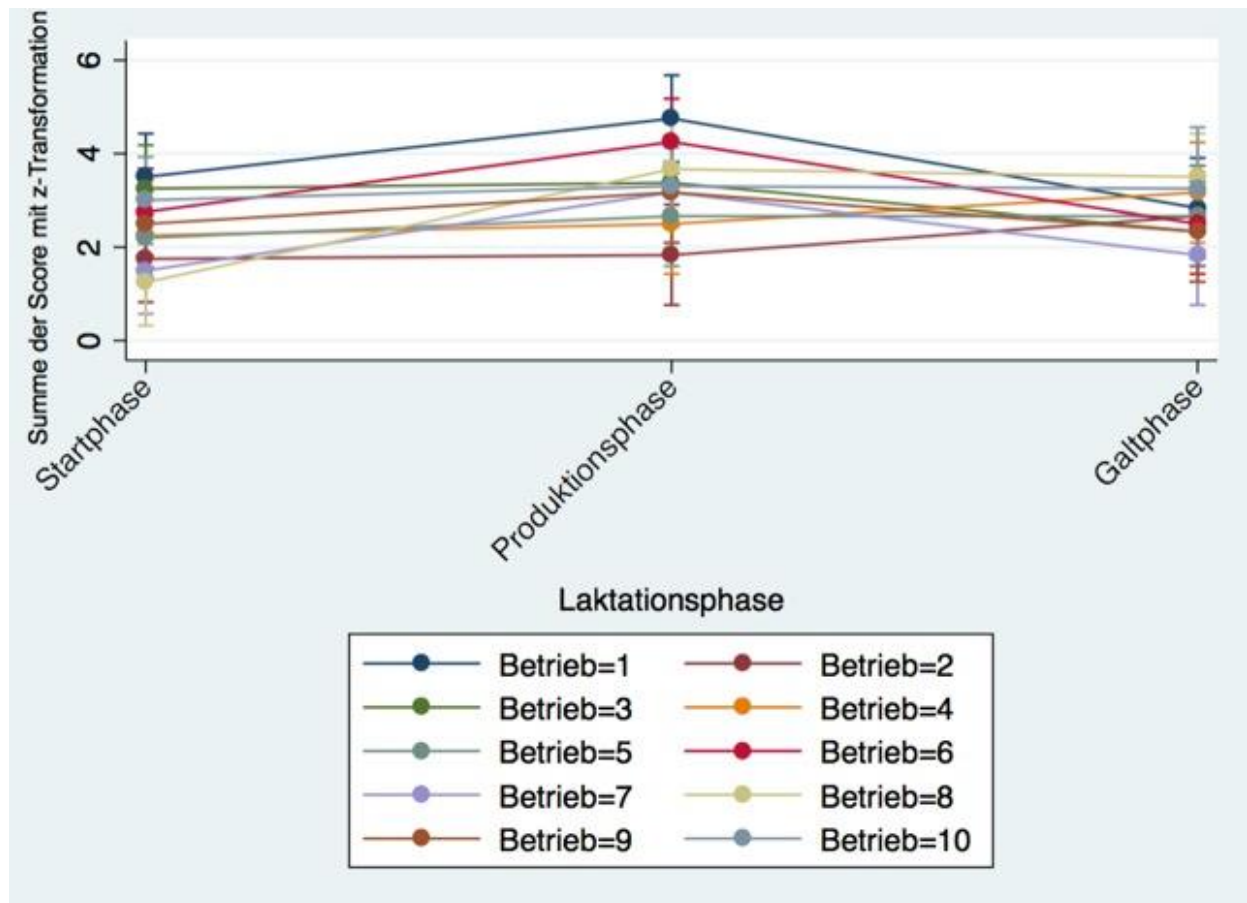


Abb. 16: Liniengraphik aller Bestandesscores (BCS, RFS, FCS, UFS) auf Betriebsebene nach den Laktationsphasen (Summe der Score mit z-Transformation = 0 – 6)

6.3.1.2. Einzelne Bestandesscores auf Betriebsebene

Wie erwartet nahm der BCS gegen Ende der Laktationsphase (Galtphase) in der Mehrheit der Betriebe zu (Abb. 17). Die Körperkondition der Kühe des Betriebes 3 blieb während der gesamten Laktation ungefähr konstant. Die Kühe in den Betrieben 6 und 10 verloren bereits während der Galtphase an Körperkondition, nahmen diese im Verlauf der Startphase jedoch wieder zu. Dies ergab ein recht homogenes Bild des BCS.

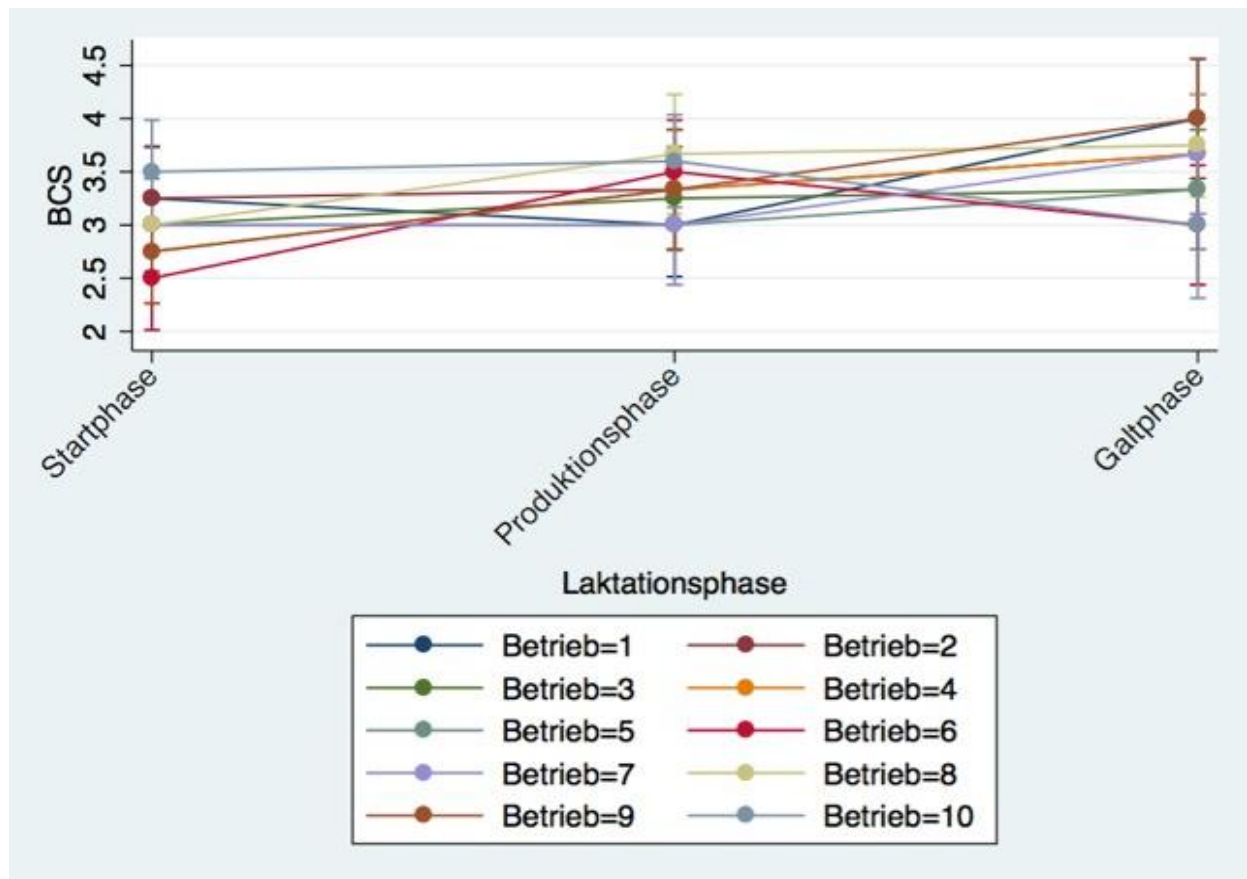


Abb. 17: Liniengraphik des BCS nach den Laktationsphasen (BCS = 1 – 5)

Der Verlauf der RFS-Kurven aller zehn Betriebe war während der gesamten Laktationsphase recht unterschiedlich (Abb. 18). Es ergab ein heterogenes Bild. Die Pansenfüllung variierte stark und zeigte während der Galtphase die grösste Streuung.

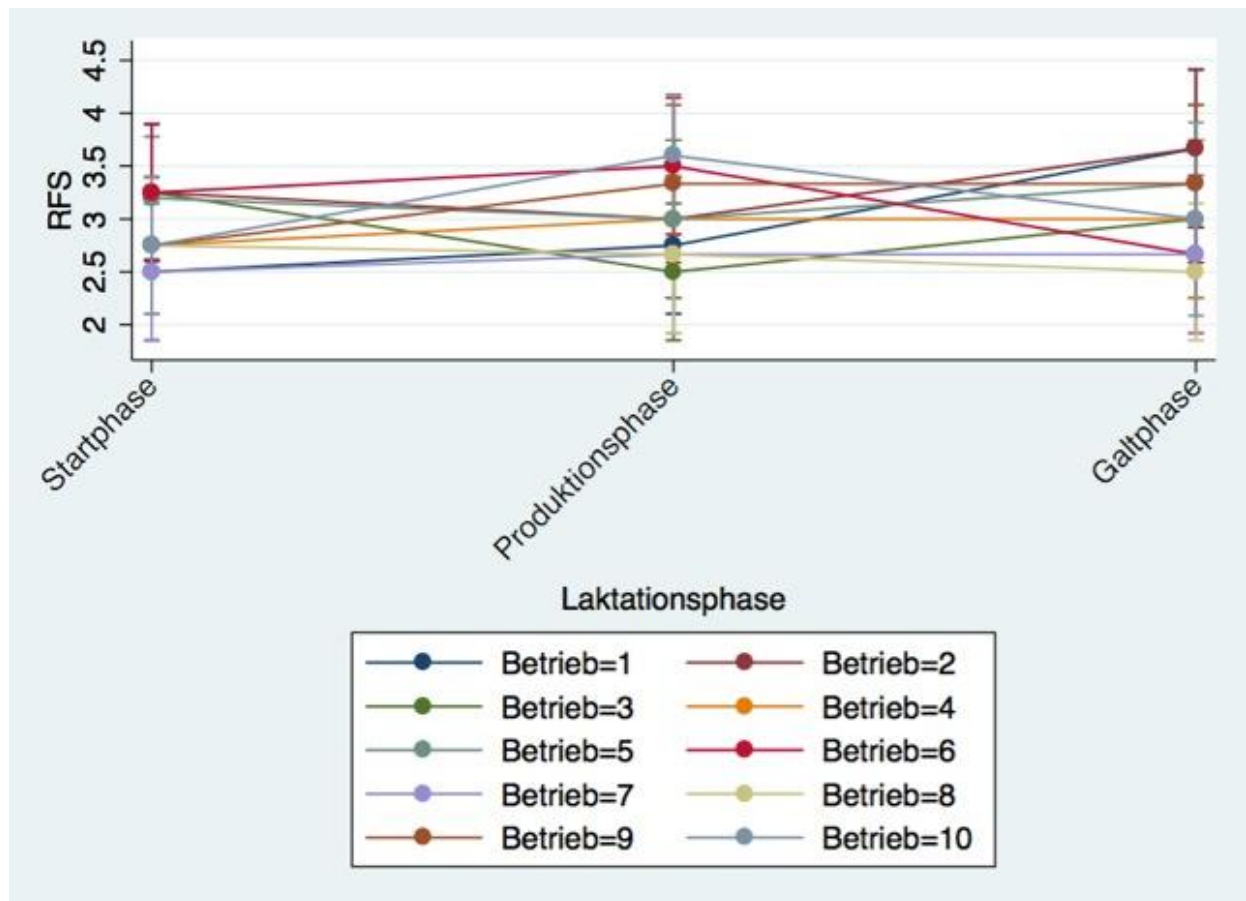


Abb. 18: Liniengraphik des RFS nach den Laktationsphasen (RFS = 1 – 5)

Die FCS-Kurven aller zehn Betriebe fielen während der gesamten Laktationsphase sehr unterschiedlich aus (Abb. 19). Die Kühe des Betriebes 6 zeigten beispielsweise zu Beginn der Laktation eine eher teigige Kotkonsistenz, welche gegen Ende der Laktation wieder weicher wurde. Gegenteilig veränderte sich die Kotkonsistenz auf Betrieb 10. Diese Kühe starteten mit eher wässrigem Kot, welcher sich in der Galtphase wieder verfestigte. Die Streuung war während der Startphase am grössten. Die Resultate der FCS-Kurven waren sehr heterogen und es konnte kein Trend festgestellt werden.

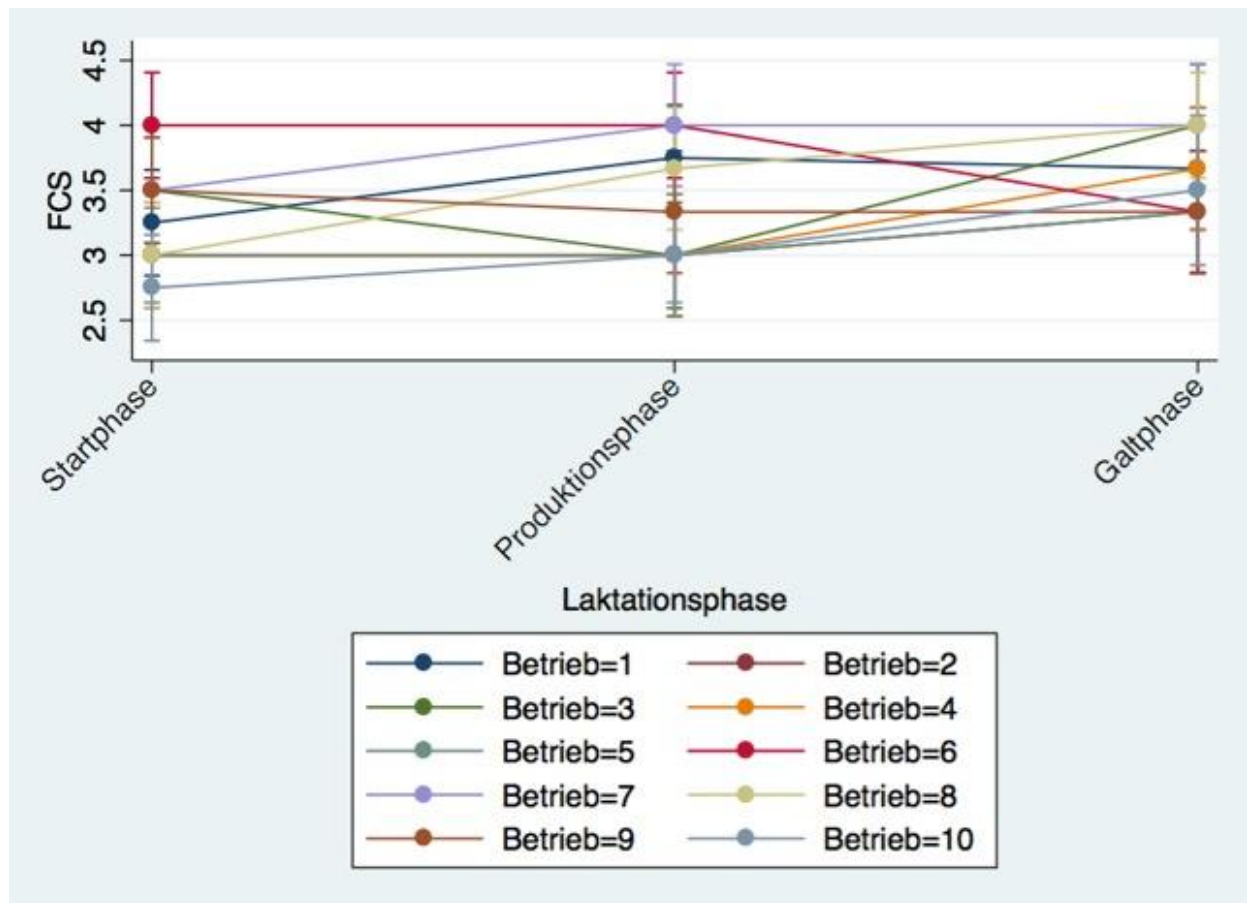


Abb. 19: Liniengraphik des FCS nach den Laktationsphasen (FCS = 1 – 5)

Die UFS-Kurven waren in den zehn verschiedenen Betrieben während den Laktationsphasen ebenfalls sehr heterogen. (Abb. 20). Die Kühe des Betriebes 7 verdauten beispielsweise ihr Futter während der gesamten Laktationsphase gut. Wohingegen die Kühe des Betriebes 10 das Futter insgesamt schlecht verwerteten. Die kleinste Streuung war während der Startphase zu verzeichnen.

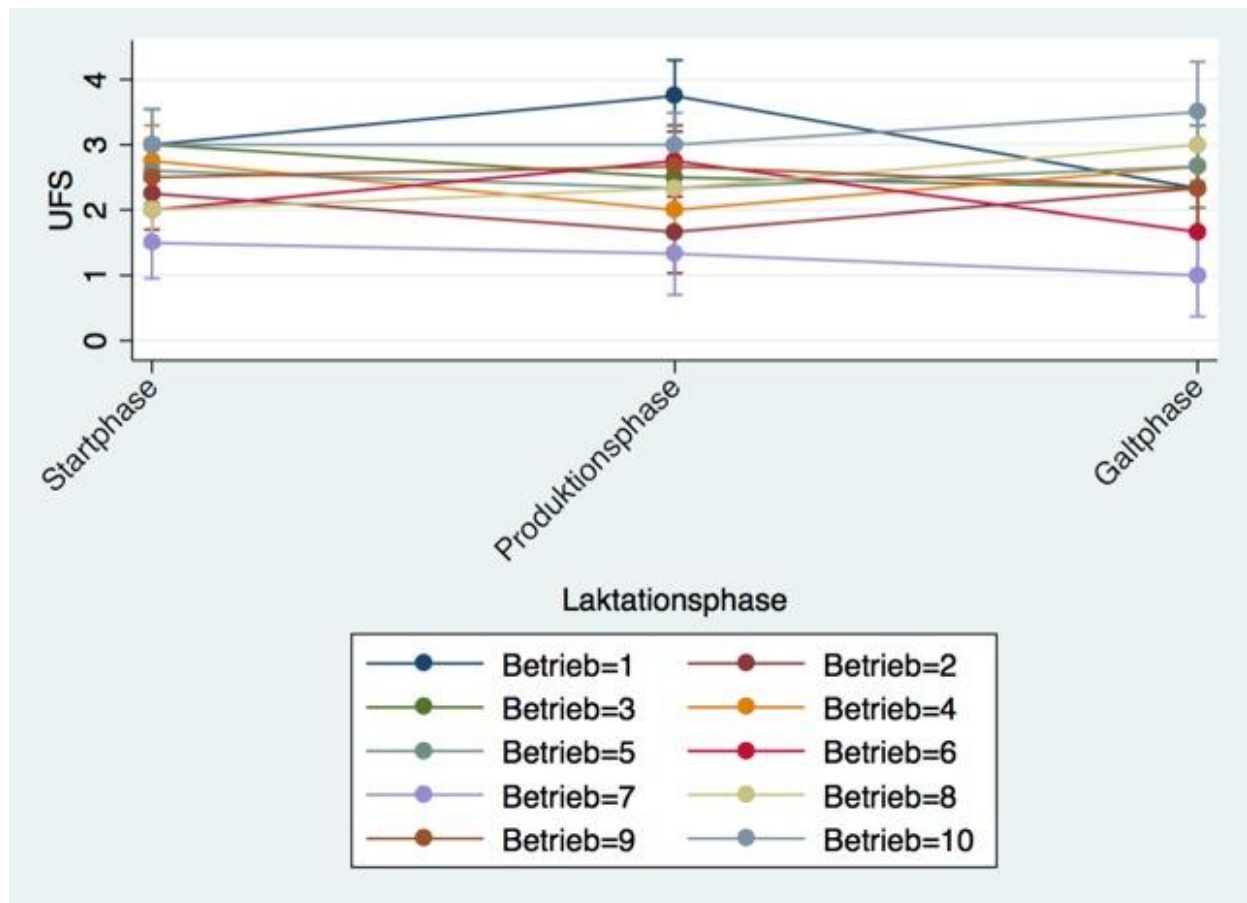


Abb. 20: Liniengraphik des UFS nach den Laktationsphasen (UFS =1 – 5)

6.3.1.3. Betriebsunabhängige Bestandesscores

Die Resultate der Scores aller beurteilten Kühe waren während der Galt- und der Startphase im Mittel einzig beim UFS zu hoch (Tab. 15). Diese Werte waren stets betriebsunabhängig. Während der Produktionsphase war wiederum der UFS erhöht und der RFS zusätzlich erniedrigt.

Tab. 15: Resultate der Scores aller beurteilten Tiere ohne Berücksichtigung eines allfälligen «clustering effects» der einzelnen Herden, aufgeteilt nach Laktationsphasen (n = 106; **zu hohe Werte, zu tiefe Werte**), Einweg-ANOVA, Bonferroni post hoc Test, (*) = $P \leq 0.05$, (**) = $P \leq 0.01$

	Galtphase			Startphase			Produktionsphase		
Bestandes-scores	Mittel-wert	Min	Max	Mittel-wert	Min	Max	Mittel-wert	Min	Max
BCS	3.6	3.0	4.0	3.0*	2.0	4.0	3.3*	2.0	4.0
RFS	3.1	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0
FCS	3.6*	3.0	4.0	3.2*	2.0	4.0	3.4	3.0	4.0
UFS	2.4	1.0	4.0	2.5	1.0	4.0	2.5	1.0	4.0

Es bestand ein signifikanter Unterschied des BCS zwischen der Start- und Produktionsphase ($P = 0.026$) sowie des FCS zwischen der Galt- und Startphase ($P = 0.006$). Beim UFS und RFS bestanden keine Korrelationen.

6.4. Zusammenhang einzelner Blutwerte und einzelner Bestandesscores

Die Zweiweg-Quadratische Vorhersagen (qfit) stellten den besten Vorhersagewert dar. In Abb. 21 sind die verschiedenen quadratischen Regressionen dargestellt. Statistisch konnten jedoch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Blutwerten und den einzelnen Bestandesscores festgestellt werden.

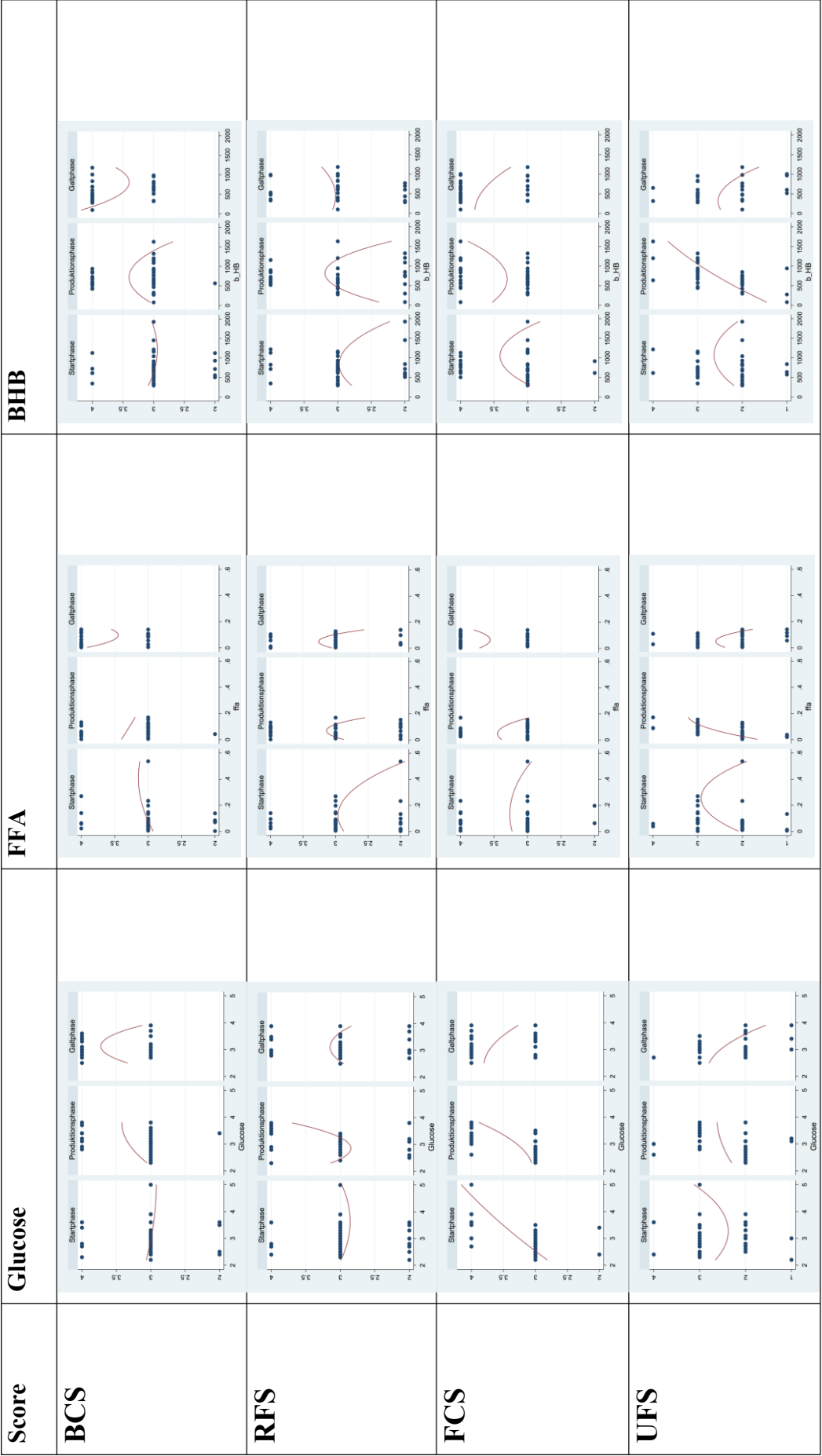


Abb. 21: Zweifweg-Quadratische Vorhersageliniengraphiken aus Regressionsanalysen (twoway quadratic prediction plots) zwischen den verschiedenen Scores und den einzelnen Blutwerten Glucose, FFA und BHB, aufgeschlüsselt nach den Laktationsphasen

6.5. Zusammenhang einzelner Blutwerte und sämtlicher Bestandesscores

Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang hergestellt werden.

6.6. Zusammenhang der metabolischen Profile und aller Bestandesscores

Das azyklische Bayes Netzwerk nach Lewis (2011) zeigt, dass die Glucose direkt auf die FCS, der RFS hingegen auf die GGT und den BCS einwirkt. Der UFS hat keinen statistisch wichtigen Zusammenhang mit dem metabolischen Profil und den anderen Scores. Wie erwartet hängen die verschiedenen metabolischen Parameter in einem Netzwerk zusammen, das als gerichteter azyklischer Graph dargestellt werden kann. Dabei kommen der BHB und dem RFS eine zentrale Bedeutung zu. Diese sind die Elternknoten von FCS, GGT und dem BCS. (Abb. 22). So beeinflusst die BHB sowohl die FFA, als auch via Urea die weiteren wichtigen Mineralstoffe Ca, P und das Leberenzym GOT im Blut. Der RFS wirkt direkt auf den BCS und auf das Enzym GGT und damit auch auf die Leberenzyme GLDH und wiederum GOT.

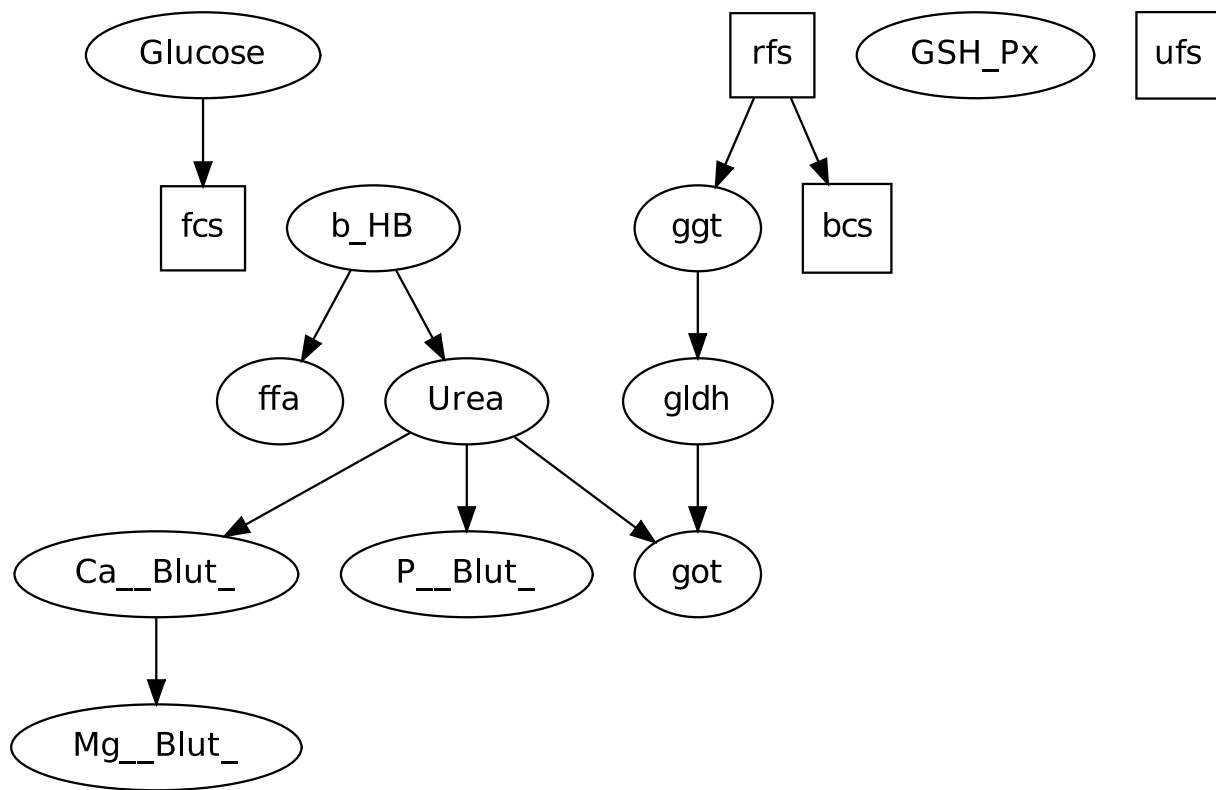


Abb. 22: Darstellung des Zusammenhangs der metabolischen Profile und der Bestandesscores anhand des Azyklischen Bayes Netzwerks nach LEWIS (2011). Jeder Pfeil signalisiert eine signifikante Abhängigkeit (siehe Material & Methoden).

7. DISKUSSION

In der vorliegenden Studie wurde überprüft, ob bei der Schweizer Milchkuh das Erheben der Bestandesscores (BCS, RFS, FCS, UFS) ähnlich oder gleich aussagekräftig ist, wie die blutchemischen Untersuchungen (metabolischen Profile). Die Bauern wurden unter Praxisbedingungen mit Hilfe eines Fragebogens über die Haltung ihrer Tiere und über ihre Betriebsform befragt. Milchkühe wurden in der Galt-, Start- und Produktionsphase beprobt (Blut, Harn). Anhand der Laborresultate wurden danach die metabolischen Profile der einzelnen Betriebe erstellt. Dies war mit zeitlichem und finanziellem Aufwand verbunden und die Auswertung im Labor brauchte Zeit. Die blutchemischen Analysen wurden ausführlich von LUTZ und PORTMANN (1998) beschrieben. Gleichzeitig wurden bei denselben Tieren von derselben Person die Bestandesscores erhoben. Der Aufwand des Scorings war gering und erfolgte schnell und präzise. HULSEN (2016) zeigte in Holland die Wichtigkeit der visuellen Überprüfung einzelner Milchkühe zur Beurteilung des Gesundheitszustandes und somit der Milchproduktion einer gesamten Milchviehherde. In der Schweiz sind die Betriebe kleiner, die Fütterung ist individueller und auch der Weideaustrieb ist während der Weideperiode gewährleistet, wo nicht ein befestigter Allwetterauslauf vorhanden ist. Ziel der Arbeit war abzuklären, ob es unter Schweizer Verhältnissen trotz relativ geringer Probenanzahl und sehr variablen Tierhaltungen möglich ist aussagekräftige Resultate zu erhalten und die verschiedenen Scores zu gewichten.

7.1. Allgemeine Feststellungen

Die zehn ausgewählten Betriebe befanden sich allesamt in der voralpinen Zone des Schweizer Mittellandes. Durchschnittlich wurden 50.5 Kühe auf jedem Betrieb gehalten. Mit 57.6% war der Anteil der Rasse Brown Swiss (BS) am höchsten. Die jährliche Produktion reichte von 7200 – 9000 kg Milch pro Betrieb. Die Milchkühe durften während den Sommermonaten auf die Weide und wurden morgens und abends gemolken. Nur klinisch gesunde Kühe wurden in dieser Arbeit berücksichtigt um wichtige Informationen zur Fütterung und Fruchtbarkeit des jeweiligen Bestandes zu erhalten. Damit repräsentieren die ausgewählten Betriebe den Durchschnittsbetrieb im Schweizer Mittelland und keine Problembetriebe.

7.2. Metabolische Profile

Die metabolischen Profile der verschiedenen Betriebe fielen insgesamt recht unterschiedlich aus. Die Betriebsform sowie die Herdenzusammensetzung konnten zu diesen Profilvariationen führen (HÄSSIG, 1996). Die metabolischen Referenzbereiche müssen nach HÄSSIG (1996) auch den geografischen Gegebenheiten angepasst werden. Konzentriert man sich beispielsweise auf die betriebsunabhängigen Laborwerte stellte man fest, dass die Leberwerte GLDH und GGT praktisch während der gesamten Laktationsperiode erhöht waren (Tab. 5). Dies bestätigten ebenfalls die Leberwerte unabhängig der Laktationsstadien (Tab. 8). Da die Leber bekanntlich die Energiebilanz reguliert (WATHES, 2007), kann dies auf eine negative Energiebilanz und somit eine nicht bedarfsgerechte Ration hinweisen. Im Zürcher Oberland (Schweizer Mittelland) finden aber auch die *Fasciola hepatica* (grosser Leberegel) einen idealen Lebensraum und sind deswegen hier lokal häufiger anzutreffen als in anderen Regionen der Schweiz. Sie wirken sich negativ auf die Leistung aus (SCHWEIZER, 2005) und könnten bei den Milchkühen ebenfalls zu erhöhten Leberwerten führen. Der Einfluss der Fasciolose auf die metabolischen Profile der Milchkühe und deren Leistung in dieser Region müsste jedoch genauer untersucht werden.

7.2.1. Blutchemische Analyse

Zur Beurteilung der Fütterung und der Fruchtbarkeit eines Bestandes müssen die metabolischen Profile der einzelnen Milchkühe auf Betriebsebene und während den verschiedenen Laktationsphasen separat ausgewertet werden (LUTZ, 1998; ROCHE, 2006; MARTENS, 2012). Die Glucose war in allen Betrieben im erwünschten Bereich (Tab. 7a) und somit als alleiniger Wert nicht sehr hilfreich. Die FFA (Tab. 7b), die BHB (Tab. 7c) und die Urea (Tab. 7d) lieferten jedoch wie erwartet wichtige Hinweise zur Energieversorgung der untersuchten Milchviehherde. Im Betrieb 4 beispielsweise resultierten normale Glucose- und GOT-Werte im Blut (Tab. 9a), die FFA sowie die GLDH (Tab. 9b) waren jedoch während aller Laktationsstadien zu hoch. Die BHB und die Urea waren während der Start- und Produktionsphase zu hoch, die GGT (Tab. 9c) war nur während der Produktionsphase erhöht. Dieser Betrieb hat demnach ein grosses Energiedefizit, das sich negativ auf die Milchleistung sowie die Fruchtbarkeit der Herde auswirkt und ein grösseres Risiko von metabolischen Erkrankungen, wie z.B. einer Ketose, zur Folge hat. An diesem Beispiel ist zu sehen, dass anhand der zeitaufwändigen und teuren metabolischen Profile zuverlässige Rückschlüsse auf die Fütterung und Fruchtbarkeit einer Milchviehherde gemacht werden können.

7.2.2. Harnanalyse

Die beprobten Kühe jeder Milchviehherde wurden zufällig und unabhängig der Laktationsstadien ausgesucht. Bei 51.3% der Kühe, von welchen eine Harnprobe entnommen und danach untersucht wurde, waren alle Elektrolyte in der Norm (Tab. 13). 94.7% aller untersuchten Tiere wiesen erwünschte Natriumwerte auf. Beim Magnesium waren es 92.3% und beim Kalium 57.9%. Anhand dieser Resultate konnten auf Bestandesebene keine direkten Rückschlüsse auf die Fütterung und die Fruchtbarkeit gemacht werden. Anders wäre dies beim Einzeltier zu beurteilen (BRAUN, 2003).

7.3. Scoring der Milchviehherden

Die Bestandesscores sind wichtige Hilfsmittel für das Management einer Milchviehherde (EDMONSON, 1989; WALTNER, 1993; HADY, 1994; DOMEQ, 1996). Sie können den Gesundheitszustand einer Herde gut einschätzen (SMITH und RISCO, 2005; AALSETH, 2005). Die beurteilten Tiere in den zehn Betrieben zeigten unabhängig der Laktationsphasen im Mittel

jeweils eine erwünschte Körperkondition (BCS), eine gute Pansenfüllung (RFS) und eine gute Kotkonsistenz (FCS) (Tab. 14a). Der UFS war jedoch in 4 Betrieben zu hoch (Tab. 14a). Dies bedeutet, dass die Futterpartikel schlecht verdaut wurden. Dies gab uns wiederum Hinweise auf die Rationsgestaltung und den Gesundheitszustand des Pansens. Eine Pansenazidose wird oft mit einem veränderten UFS in Verbindung gebracht. Diese Resultate waren schwierig zu interpretieren und zeigten keinen direkten Zusammenhang zu den Resultaten der anderen Bestandesscores. Was für einen Einfluss die Erfahrung des Beobachters und die Methode der Beurteilung des Kotes beim Erheben des UFS hat, müsste genauer untersucht werden. Unter Umständen müssten auch die Referenzwerte (Abb. 2 im Kapitel „Tiere, Material und Methoden“) zur genaueren Beurteilung eines Bestandes anders definiert werden. Das Scoring in dieser Arbeit beinhaltet ganze Zahlen von 1 – 5. Auch dies allenfalls eine mögliche Erklärung zu den unterschiedlichen Ergebnissen. Im Betrieb 4 waren sämtliche, durchschnittliche Bestandesscores im erwünschten Bereich (Tab. 14a; Abb. 16), obwohl die Blutwerte des metabolischen Profils, wie im Kapitel 5.2.1. beschrieben, einige Abweichungen von den Referenzwerten aufzeigten. Das Erheben der Bestandesscores erlaubte uns dennoch einen guten Überblick über die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der jeweiligen Milchviehherde. Das Scoring war kostengünstig und schnell erhoben und ist somit ein adäquates Hilfsmittel in der Betreuung einer Milchviehherde. Die detaillierten und genaueren Rückschlüsse auf die Fütterung sind jedoch ohne metabolische Profile schwierig bis unmöglich.

7.3.1. Body Condition Score (BCS)

Der BCS kann subjektiv und verlässlich bestimmt werden (ROCHE, 2009) Die Erfahrung des Beobachters ist dabei nicht entscheidend (EDMONSON, 1989; KRISTENSEN, 2006. Auch VEERKAMP (2000) und ROCHE (2009) bestätigten die Wichtigkeit des BCS zur Beurteilung der Energiestatus einer Milchviehherde. In dieser Arbeit wurde die Genetik nicht berücksichtigt. Hochleistungskühe haben während der Laktation immer einen tieferen BCS, als robustere Rassen (DECHOW, 2001). Dass die Rassenzusammensetzung einer Herde das Scoring der Körperkondition beeinflussen kann, wurde auch in dieser Arbeit bestätigt. Kühe der Rasse BS wiesen höhere BCS-Werte auf, als beispielsweise Holstein Friesians. Die Milchviehherden in der Schweiz sind oft aus verschiedenen Rassen zusammengesetzt. Der BCS eines Bestandes kann demnach variieren, aber dennoch als Hilfsmittel zur Überprüfung der Energieversorgung einer Herde zuverlässig angewendet werden.

7.3.2. Rumen Filling Score (RFS)

Der RFS gibt exakte Hinweise über den aktuellen Futterverzehr und die Verdauungsaktivität der letzten paar Stunden (BURFEIND, 2010; HULSEN, 2016). Dieser Score war einfach und schnell zu bestimmen und somit sehr hilfreich für die Erstbeurteilung der einzelnen Milchkuh sowie der gesamten Milchviehherde. Dieser Score gibt in der Startphase der Laktation während der negativen Energiebilanz einen wichtigen Hinweis zum Vorhandensein allfälliger metabolischen Erkrankungen. Eine Kuh mit einer Ketose weist immer einen tieferen RFS vor. Damit können der Gesundheitszustand, die Zusammensetzung des Futters und die Leistung einer Milchkuh gut abgeschätzt werden.

7.3.3. Faeces Condition Score (FCS)

Die Beurteilung des FCS war mit mehr Aufwand verbunden, als diejenige des BCS und des RFS. Die Ergebnisse des FCS während den verschiedenen Laktationsphasen waren heterogen. Dies könnte auf das Scoring zurückzuführen sein. Wässriger Kot (Score 1) war adspektorisch und palpatorisch ganz klar von festem Kot (Score 5) zu unterscheiden. Das Scoring zwischen 2 – 4 war jedoch nicht immer ganz eindeutig und somit ein möglicher Faktor zur Beeinflussung der Resultate. Der FCS ist als alleiniger Score schwieriger zu interpretieren (HULSEN, 2016). Einige Rückschlüsse auf die Fütterung der beurteilten Herde waren jedoch immer möglich. Eine Überversorgung mit Rohprotein oder NPN (Nicht-Protein-Stickstoff), wie beispielsweise der Urea, entsteht unter anderem bei der Fütterung von viel jungem Gras oder bei einem Mangel an leicht verdaulicher Energie. Die Fresslust sinkt. Damit ebenfalls die Milchleistung sowie die Fruchtbarkeit. Die Konsistenz des Kotes sinkt, was bedeutet er wird dünn. Damit sinkt auch der FCS. Weitere Ursachen von dünnem Kot wären zum Beispiel Toxine (qualitativ schlechte Silage, Mykotoxine, Infektionserreger) oder eine Imbalance in der Mineralstoffversorgung (HULSEN, 2016). Die Fütterung müsste also genauer überprüft und die Ration angepasst werden. Ohne genaueste Überprüfung der Ration können die Ursachen der Resultate des FCS jedoch nicht definiert werden.

7.3.4. Undigested Fraction Score (UFS)

Auch das Erheben des UFS war mit mehr Aufwand verbunden. Die adspektorische und palpatorische Beurteilung des unverdauten und indirekt des verdauten Anteils des Kotes war noch

schwieriger als beim FCS. Gegebenenfalls müsste, wie dies auch HULSEN (2016) praktiziert, der unverdaute Anteil des Kots mit Hilfe eines Siebs filtriert werden um ein genaueres UFS-Scoring zu bekommen. Viele der Betriebe zeigten in der Start- sowie in der Produktionsphase (Tab. 14b, Tab. 14c) erhöhte Werte bei gleichzeitig erwünschten Werten des BCS, RFS und FCS. Die Interpretation war deshalb schwierig. Die alleinige Bestimmung des UFS ist auf Bestandesebene nicht sehr hilfreich. Die Erfahrung des Beobachters und die Einteilung sowie die Methode des Scorings kann wiederum in Frage gestellt werden und müsste weiter untersucht werden.

In der Tabelle 16 ist keine Korrelation zwischen dem UFS und dem RFS erkennbar. Es besteht also in dieser Arbeit, entgegen der Erwartung, kein direkter Zusammenhang zwischen dem aktuellen Futterverzehr (RFS) und der Verdaulichkeit des Futters (UFS). Ein signifikanter Unterschied bestand jedoch beim BCS zwischen der Start- und der Produktionsphase sowie beim FCS zwischen der Galt- und der Startphase. Die negative Energiebilanz einer gesunden Milchkuh zu Beginn der Startphase wird durch die Abnahme der Körperkondition (BCS) genügend beschrieben (DOMECQ, 1996; ROCHE, 2009), welche gegen Ende der Laktationsperiode wieder zunimmt. Der BCS ist also abhängig von der Laktationsphase und gibt uns auch als alleiniger Score einen wichtigen Hinweis zum Gesundheitsstatus und somit der Leistung einer Milchkuh. Der FCS ist ebenfalls abhängig von der Laktationsphase. Die artgerechte Galtfütterung muss anders zusammengesetzt sein als die Fütterung während der Startphase. Der FCS ist dementsprechend während der Galtphase immer höher als zu Beginn der Laktation. Dies bedeutet der Kot ist fester. Ein schon während der Galtphase zu dünner Kot führt oft zu metabolischen Krankheiten und Fruchtbarkeitsproblemen.

Tab. 16: Betriebsunabhängige Resultate der Scores aller beurteilten Tiere während den Laktationsphasen (n = 106; **zu hohe Werte**, *zu tiefe Werte*)

Einweg-ANOVA, Bonferroni post hoc Test, (*) = $p \leq 0.05$, (**) = $p \leq 0.01$

	Galtphase			Startphase			Produktionsphase		
Bestandes-scores	Mittel-wert	Min	Max	Mittel-wert	Min	Max	Mittel wert	Min	Max
BCS	3.6	3.0	4.0	3.0*	2.0	4.0	3.3*	2.0	4.0
RFS	3.1	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0
FCS	3.6*	3.0	4.0	3.2*	2.0	4.0	3.4	3.0	4.0
UFS	2.4	1.0	4.0	2.5	1.0	4.0	2.5	1.0	4.0

7.4. Bayes Netzwerk

Im Bayes Netzwerk wurde der Zusammenhang zwischen dem metabolischen Profil und sämtlicher Bestandesscores aufgezeigt.

Im azyklischen Bayes Netzwerk ist ersichtlich, dass die Glucose direkt auf die Kotkonsistenz (FCS) einwirkt. Dies ist nicht verwunderlich, da energiereiche Rationen oft zu einer chronischen Pansenazidose führen. Dies wiederum führt zu einem dünnflüssigen Kot. Ganz strikt betrachtet, sind gemäss likelihood equivalence, beide Richtungen als gleichwertig zu betrachten. Damit, lässt sich streng genommen nur sagen, dass es eine direkte Verbindung zwischen der Glucose und dem FCS gibt. Dass die Glucose den FCS beeinflusst und nicht umgekehrt kommt aus dem veterinärmedizinischen Fachwissen und ist nicht durch das Modell erklärt. Bayes Netzwerke lassen nur Aussagen über Assoziationen zu, nicht über kausale Zusammenhänge. Diese kommen durch die Interpretation zustande.

Die Ketose wird durch die Fettmobilisation (negative Energiebilanz; NEB) beeinflusst. Durch die Einwirkung der BHB auf die FFA wird dies im Modell dargestellt. Die Einwirkung der BHB auf den Harnstoff (Urea) erklärt sich durch die bei einem Energiedefizit vermehrte Metabolisierung der Proteine. Die daraus resultierende Leberbelastung zeigt sich durch die Beeinflussung des Leberenzym GOT. Der Zusammenhang zwischen dem Harnstoff und den Mineralstoffen Phosphor und Kalzium, wobei letzteres wieder auf den Magnesiumwert im Blut einwirkt, konnte gezeigt werden. Dieses Resultat war nicht zu erwarten. Die Auswirkung des Pansens (RFS) auf die Körperkondition (BCS) wurde hingegen erwartet, ebenfalls die daraus resultierende, erhöhte Leberaktivität. Die GSH-Px steht isoliert im Modell. Das hat mit ihrer Verwendung im metabolischen Profil zu tun. Die GSH-Px wird als indirekter Parameter zur Überprüfung der Selenversorgung beigezogen. Da im vorhandenen metabolischen Profil keine Redox-Enzyme, wie die Katalase oder Dismutase, welche als Protonenfänger fungieren, berücksichtigt wurden, wurde im Bayes Netzwerk auch kein Zusammenhang mit den vorhandenen Parametern gefunden. Die Verdaulichkeit des dargebotenen Futters hat mit dem Parameter UFS im Modell keine Verbindung. Dies hat überrascht, da die UFS im Zusammenhang mit der chronischen Pansenazidose diskutiert wird. Wahrscheinlich wird die UFS von verschiedenen weiteren Einflussfaktoren, wie beispielsweise der Futterqualität, stärker beeinflusst, so dass der Effekt innerhalb des metabolischen Modells marginal ausfällt. Oder die beprobten Milchkühe verfügten über einen gut funktionierenden und gesunden Pansen.

Diese Arbeit hat einmal mehr das komplexe Zusammenspiel der blutchemischen Parameter und den Zusammenhang mit den Bestandesscores dargestellt. In univariaten Analysen konnten jeweils keine statistisch signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden, obwohl diese schon lange vermutet werden (HULSEN, 2016). Auch die subjektive, klinische Tätigkeit hat solche Vermutungen erkennen lassen. Erst mit Hilfe eines komplexen mathematischen Modells konnten die vermuteten Zusammenhänge erfasst werden. Dies zeigt auch, dass die Wahrnehmung von Symptomen in der Medizin zu hochkomplexen Denkvorgängen führt, welche die Diagnostik stark beeinflussen. Nicht umsonst braucht es Jahre klinischer Erfahrung bis der Mediziner die Möglichkeiten dieser komplexen Denkschemata beherrscht und auszunutzen weiss.

Um die in dieser Arbeit eingangs gestellte Frage zu beantworten, ob die Bestandesscores das metabolische Profil zu ersetzen vermögen, kann mittels diesem Modell gesagt werden, dass dem RFS und der BHB eine zentrale Bedeutung in der Beurteilung der metabolischen Versorgungslage der Milchkuh zukommen. Der BCS wird durch den RFS beschrieben, der FCS durch die Glucose. Der UFS wird wahrscheinlich mehr durch die Futterqualität beeinflusst, als durch eine subklinische Pansenazidose. Alle Scores sind aber eher randständig in das Modell eingeflossen, so dass für eine detailliertere Erfassung des metabolischen Zustandes der Milchkuh, resp. einer Milchviehherde, ein klassisches metabolisches Profil nicht durch das Scoring abgelöst werden kann. Für die Routineerfassung stellt das vorgestellte Scoring aller Bestandesscores aber auf alle Fälle ein probates, billiges und schnell zur Verfügung stehendes Hilfsmittel dar.

Brown Swiss (BS) Kühe sind in der Schweiz oft anzutreffen und auch in dieser Arbeit am meisten vertreten. Sie sind trotz relativ guter Milchleistung robust und deshalb auch für den Weideaustrieb gut geeignet. Welchen Einfluss jedoch ihre Genetik auf die Futteraufnahme und deren Verwertung sowie die Fruchtbarkeit hat, müsste in einer weiteren Arbeit genauer untersucht werden. Durch den hohen Anteil der robusten BS Kühe sowie die Tatsache, dass es sich um Betriebe ohne Bestandesprobleme bezüglich Fütterung handelte, wurden keine Extremwerte im Scoring, wie auch in den blutchemischen Untersuchungen gefunden, was die Auswertung beeinflusst hat.

Welchen Einfluss die Haltung (Stalleinrichtung, Fütterung, Melksystem) auf die metabolischen Profile und die Bestandesscores und somit indirekt auf die Milchleistung hat, wurde in dieser Arbeit nicht genauer untersucht.

Die Daten dieser Studie haben eine wichtige Bedeutung für die praktizierenden Schweizer Nutztierärzte. Insbesondere weil die Bestandesbetreuung für die Wirtschaftlichkeit eines milchproduzierenden Betriebes in der heutigen Zeit eine immer wichtigere Bedeutung eingenommen hat. Die Bestandesscores können einfach, schnell und günstig erhoben werden und

geben somit einen guten Überblick über die Gesundheit der jeweiligen Milchviehherde. Falls ein Betrieb jedoch gravierende Fruchtbarkeitsprobleme, metabolische Entgleisungen und / oder Fütterungsdefizite vorzuweisen hat, müssen nach wie vor die teuren und aufwändigen metabolischen Profile analysiert werden.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- Aalseth, E. (2005): Fresh cow management. What is important, what does it cost, and what does it return? Pages 1–12 in Proc. 7th West. Dairy Management, Reno, NV. Kansas State University, Manhattan.
- Altman, D. G. (1990): Practical Statistics for Medical Research. Chapman & Hall/CRC, London.
- Bell, A. W. (1995): Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73: 2804–2819.
- Bell, A. W., Baumann, D. E. (1997): Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 2: 265–278.
- Bernard, C. (1856): Memoir of the pancreas. Academic Press, New York, NY.
- Berry, D. P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R. D., Rath, M., Veerkamp, R. F. (2003c): Genotype x environment interaction for milk yield, body condition score and body weight in a grass based system using random regression models. *Livest. Prod. Sci.* 83: 191–203.
- Bicalho R. C., Machado, V. S., Caixeta, L. S. (2009): Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.* 92: 3175–3184.
- Braun, U., Camenzind, D., Wanner, M., Hässig, M. (2003): The influence of a fermentation-resistant glucose diet on the glucose concentration and other metabolites in portal and jugular blood in cows. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 50: 8–13.
- Breier, B. H., Gluckman, P. D., Bass, J. J. (1988): The somatotrophic axis in young steers: Influence of nutritional status and oestradiol-17 β on hepatic high- and low-affinity somatotrophic binding sites. *J. Endocrinol.* 116:169–177.
- Buckley, F., O'Sullivan K., Mee J. F., Evans R. D., Dillon P. (2003): Relationships among milk yield, body condition, cow weight and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci.* 86: 2308–2319.
- Burfeind, O., Sepulveda, P., von Keyserlingk, M. A. G., Weary, D. M., Veira, D. M., Heuwieser, W. (2010): Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 3635–3640. Butler, W. R., Everett R. W., Coppock, C. E. (1981): The relationships between energy balance, milk production and ovulation in post partum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53: 742–748.
- Butler, W. R., Smith, R. D. (1989): Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72: 767–783.
- Butler, S. T., Marr, A. L., Pelton, S. H., Radcliff, R. P., Lucy, M. C., Butler, W. R. (2003): Insulin restores GH responsiveness during lactation – induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. *J. Endocrinol.* 176 (2): 205–217.

- Canfield, R. W., Butler, W. R. (1991): Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH-secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69: 740–746.
- Chagas, L. M., Luc, M. C., Back, P. J., Blache, D., Lee, J. M., Gore, P. J. S., Sheahan, P. J., Roche, J. R. (2009): Insulin resistance in divergent strains of Holstein-Friesian dairy cows offered fresh pasture and increasing amounts of concentrate in early lactation. *J. Dairy Sci.* 92: 216–222.
- Chen, J., Soede, N. M., van Dorland, H.A., Remmelink, G. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., van Knegsel, A. T. M. (2015): Relationship between metabolism and ovarian activity in dairy cows with different dry period lengths. *Theriogenology* 84 (8): 1387–1396.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Bonnet, Rouel, M., Bocquier, J. F. (2000): Adipose tissue metabolism and its role in adaptations to undernutrition in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 59: 127–134.
- Collard, B. L., Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M., Petitclerc, D., Schaeffer, L. R. (2000): Relationship between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. *J. Dairy Sci.* 83: 2683–2690.
- Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., Smith, R. D. (1984): Epidemiology of parturient paresis: predisposing factors with emphasis on dry cow feeding and management. *J. Dairy Sci.* 67: 817–825.
- Darwin, C., Murray, J. (1859): On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. London (digitalisierte Fassung: http://darwin-online.org.uk/converted/pdf/1861_OriginNY_F382.pdf, besucht 14.8.19).
- Darwin, C., Murray, J. (1871): The descent of man and selection in relation to sex. London (digitalisierte Fassung: http://darwin.online.org.uk/converted/pdf/1889_Descent_F969.pdf, besucht 14.8.19).
- Dechow, C. D., Rogers, G. W., Clay, J. S. (2001): Heritabilities and correlations among body condition scores, production traits, and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 84: 266–275.
- De Koster, J., Hostens, M., Van Eetvelde, M., Hermans, K., Moerman, S., Bogaert, H., Depreester, E., Van den Broeck, W., Opsomer, G. (2015): Insulin response of the glucose and fatty acid metabolism in dry dairy cows across a range of body condition scores. *J. Dairy Sci.* 98(7): 4580–4592.
- De Kruif, A., Mansfeld, R., Hoedemaker, M. (2007): Tierärztliche Bestandesbetreuung beim Milchrind. 2. Auflage, Enke Verlag Stuttgart.
- Delaby, L., Faverdin, P., Michel, G., Disenhaus, C., Peyraud, J. L. (2009): Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. *Animal* 3: 891–905.

- De Vries, M. J., van der Beek, S., Kaal-Lansbergen, L. M. T. E., Ouweltjes, W., Wilmink, J. B. M. (1999): Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1927–1934.
- De Vries, M. J., Veerkamp, R. F. (2000): Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* 83: 62–69.
- Dickenson R. A., Morton, J. M., Beggs, D. S., Anderson, G. A., Pyman, M. F., Mansell, P. D., Blackwood, C. D. (2013): An automated walk-over weighing system as a tool for measuring liveweight change in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96: 4477–4486.
- Domecq, J. J., Skidmore, A. L., Lloyd, J. W., Kaneene, J. B. (1995): Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78: 2308–2313.
- Domecq, J. J., Skidmore, A. L., Lloyd, J. W., Kaneene, J. B. (1997a): Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 80: 101–112.
- Domecq, J. J., Skidmore, A. L., Lloyd, J. W., Kaneene, J. B. (1997b): Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 80: 113–120.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. and Webster, G. (1989): A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 68–78.
- Eicher, R., Liesegang, A., Bouchard, E., Tremblay, A. (1999): Effect of cow specific factors and feeding frequency of concentrate on diurnal variations of blood metabolites in dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 60: 1493–1499.
- Falconer, J., Forbes, J. M., Bines, J. A., Roy, J. H. B., Hart, C. (1980): Somatomedin-like activity in cattle: the effect of breed, lactation and time of day. *J. Endocrinol.* 86: 183–188.
- Fekete, S., Huszenicza, G., Kellems, R. O., Szakall, I., Febel, H., Husveth, F., Nagy, P., Kulcsar, M., Kosa, E., Gaal, T. (1996): Influence of a deficient intake of high and low degradable protein on body composition, metabolic adaptation, production and reproductive performance in early lactation dairy cows. *Acta. Vet. Hung.* 44: 309–333.
- Ferguson, J. D. (1988): Feeding for reproduction. Pages 48–56 in *Proc. Dairy Prod. Med. Contin. Educ. Group Annu. Mtg. North Carolina State Univ., Raleigh. Vet. Learning System Co., Inc., Trenton, NJ.*
- Ferguson, J. D. (1989): Managing body condition in dairy cows. Page 75 in *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Syracuse, NY. Univ., Ithaca, NY.*
- Ferguson, J. D. (1991): Nutrition and reproduction in dairy cows. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 7: 483–507.
- Ferguson, J. D. (1994): Yield and reproduction in dairy cows. *Bovine Pract.* 28: 79–82.

- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., Thomsen, N. (1994): Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77: 2695–2703.
- Fielding, B. A., Frayn, K. N. (1998): Lipoprotein lipase and the disposition of dietary fatty acids. *Br. J. Nutr.* 80: 495–502.
- Formigoni, A., Cornil, M. C. (1996): Effect of propylene glycol supplementation around parturition on milk yield, reproduction performance and some hormonal and metabolic characteristics in dairy cows. *J. Dairy Res.* 63(1): 11–24.
- Friggens, N. C., Emmans, G. C., Kyriazakis, I., Oldham, J. D., Lewis, M. (1998): Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or low ration of concentrate to forage. *J. Dairy Sci.* 81: 988–1000.
- Friggens, N. C., Badsberg, J. H. (2007): The effect of breed and parity on lactation curves of body condition estimated using a non-linear function. *Animal* 1: 565–574.
- Garnsworthy, P. C., Topps, J. H. (1982): The effect of body condition of dairy cow at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Anim. Prod.* 35: 113–119.
- Garnsworthy, P. C., Jones, G. P. (1987): The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows. *Anim. Prod.* 44: 347–353.
- Garnsworthy, P. C. (1988): The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. Page 157 in *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. Butterworths, London, England.
- Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E., Cooper, M. D. (1990): Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 73: 3132–3140.
- Geishauser, T., Leslie, K., Duffield, T., Sandals, D., Edge, V. (1998): The association between selected metabolic parameters and left abomasal displacement in dairy cows. *Zentralbibl. Veterinarmed.* A. 45: 499–511.
- Gerloff, B. J. (1988): Feeding the dry cow to avoid metabolic disease. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 379–390.
- Gruber, L., Pries, M., Spiekers, H., Schwarz, F. J., Staudacher, W. (2006): Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh, <http://www.dlg.org/fachinfos-rinder.htm> (12.6.16).
- Grummer, R. R. (1995): Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73: 2820–2833.
- Guterbock, W. M. (2004): Diagnosis and treatment programs for fresh cows. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 20: 605–626.
- Hady, P. J., Domecq, J. J., Kaneene, J. B. (1994): Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 77: 1543–1547.

- Harrison, J. H., Conrad, H. R. (1984): Selenium content and glutathione peroxidase activity in tissues of the dairy cow after short-term feeding. *J. Dairy Sci.* 67: 2464–2470.
- Hässig, M., Lutz, B., Portmann, A., Rüsch, P., Wanner, M. (1996): Regional differences in metabolic profiles for fertility status in dairy cows. XIX. World Buiatrics Congress, Edinburgh, UK, Vol. 3, 90.
- Hässig, M., Portman, A., Lutz, B., Rüsch, P., Wanner, M. (1996): Regional differences in metabolic profiles for fertility status in dairy cows. International Congress on Vet. Technology in Reproduction, Cairo, Aegypt.
- Hässig, M. (2000): Vorgehen in Betrieben mit gehäuftem Verwerfen beim Rind. Habilitationsschrift, Vetsuisse-Fakultät Zürich, Universität Zürich, Schweiz.
- Herd, T. H. (2000): Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16: 215–230.
- Hoedemaker, M., Prange, D., Gundelach, Y. (2009): Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows. *Reprod. Domest. Anim.* 44: 167–173.
- Hulsen, J. (2006): Cow signals: A practical guide to dairy farm management. Roodbond Publishers, Zutphen, Netherlands.
- Hulsen, J. (2016): Kuh-Signale: Krankheiten und Störungen früher erkennen. Landwirtschaftsverlag Münster. ISBN 978-90-75280-54-8.
- Ingvartsen, K. L., Dewhurst, R. J., Friggens, N. C. (2003): On the relationship between lactational performance and health: Is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest. Prod. Sci.* 83: 277–308.
- Jesse, B. W., Emery, R. S., Thomas, J. W. (1986): Control of bovine hepatic fatty acid oxidation. *J. Dairy Sci.* 69: 2298–2303.
- Jones, W. P., Hansen, L. B., Chester-Jones, H. (1994): Response of health care to selection for milk yield of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 77: 3137–3152.
- Kawashima, C., Karaki, C., Munakata, M., Matsui, M., Shimizu, T., Miyamoto, A., Kida, K. (2016): Association of rumen fill score and energy status during the close-up dry period with conception at first artificial insemination in dairy cows. *Animal Sci. Journal* 87: 1218–1224.
- Kennedy, G. C. (1953): The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 140: 578–592.
- Kida, K. (2003): Relationships of metabolic profiles to milk production and feeding in dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 65 (6): 671–677.

- Kim, I. H., Suh, G. H. (2003): Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 60 (8): 1445–1456.
- Koivisto, M., Sood, K. (2004): Exact Bayesian Structure Discovery in Bayesian Netzwerks. *J. Mach. Learn. Res.* 5: 549–573.
- Komaragiri M.V., Casper, D. P., Erdman, R. A. (1998): Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *J. Dairy Sci.* 81: 169–175.
- Konyves, L., Szenci, O. (2009). Risk assessment of postpartum uterine disease and consequences of puerperal metritis for subsequent metabolic status, reproduction and milk yield in dairy cows. *Acta Vet. Hung.* 57(1): 155–69.
- Kristensen, E., Dueholm, L., Vink, D., Andersen, J. E., Jakobsen, E. B., Illum Nielsen, S., F. A. Petersen and C. Enevoldsen (2006): Within - and across - person uniformity of body condition scoring in Danish Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 89: 3721–3728.
- Laffel, L. (1999): Ketone Bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 15: 412–426.
- Le Blanc, S. (2006): Monitoring programs for transition dairy cows. *Proceedings of the World Buatrics Congress Nice France* (Eds. H. Navetat, F. Schelcher) pp. 460–471.
- Leroy, J., Vanholder, B., Mateusen, A., Christophe, G., Opsomer, A., De Kruif, G., Genicot, A. (2005): Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction* 130: 485–495.
- Lewis, F. I., Brülisauer, F., Gunn, G. J. (2011): Structure discovery in Bayesian Netzwerks: An analytical tool for analysing complex animal health data. *Preventive Veterinary Medicine* 100: 109–115.
- Liesman, J. S., McNamara, J. P., Capuco, A. V., Binelli, M., Vanderkool, W. K., Emery, R.S., Tucker, H. A., Moseley, W. M. (1995): Comparison of growth hormone-releasing factor and somatotropin: lipid and glucose metabolism in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78: 2159–2166.
- Ling, K., Waldmann, A., Samarütel, J., Jaakson, H., Kaart, T., Leesmäe, A. (2007): Field trial on the relationship of blood metabolites and body condition score with the recurrence of luteal activity in Estonian Holstein cows. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.* 54(7): 337–341.
- Loeffler, S. H., De Vries, M. J., Schukken, Y. H. (1999): The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 2589–2604.
- Loker, S., Miglior, F., Koeck, A., Neuenschwander, T. F., Bastin, C., Jamrozik, J., Schäffer, L. R., Kelton, D. (2012): Relationship between body condition score and health traits in first-lactation Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 95: 6770–6780.

- Lucy, M. C., Jiang, H., Kobayashi, Y. (2001): Changes in the somatotropin axis associated with the initiation of lactation. *J. Dairy Sci.* 84(E Suppl.): E113–E119.
- Lucy, M. C. (2003): Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction* 61: 415–427.
- Lutz, B., Portmann, A., Wanner, M., Hässig, M., Rüsch, P. (1997): Aussagekraft von metabolischen Blutprofilen zur Abklärung von Fruchtbarkeits-, und Stoffwechselstörungen auf Herdenbasis. Tagung der Fachgruppe „Epidemiologie und Dokumentation“, Gesundheitsmonitoring bei Tierpopulationen, München.
- Lutz, B., Portmann, A., Wanner, M., Rüsch, P., Hässig, M. (1998): Relationship between fertility and metabolic profile in dairy cows. XX. World Buiatrics Congress, Sidney.
- Lutz, B., Portmann, A. (1998): Frühwarnsystem zur Erkennung von Fruchtbarkeits- und Stoffwechselstörungen bei Milchkühen. *Vet. Med. Diss. Universität Zürich.*
- Macmillan, K. L., Lean, I. J., Westwood, C. T. (1996): The effects of lactation on the fertility of dairy cows. *Aust. Vet. J.* 73(4): 141–147.
- Madhav, V. S., Komaragiri M. V., Erdman, R. A. (1997): Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 1. Effect of dietary protein on mobilization of body fat and protein. *J. Dairy Sci.* 80: 929–937.
- Martens, H. (2012): Energiestoffwechsel und Fruchtbarkeit der Kuh. *Tierärztliche Umschau* 67: 496–503.
- Martens, H. (2013): Erkrankungen von Milchkühen in der frühen Laktationsphase: Risikofaktor negative Energiebilanz und Hyperketonämie. *Tierärztliche Umschau* 68: 463–476.
- Mayo, K. E., Godfrey, P. A., Suhr, S. T., Kulik, D. J., Rahal, J. O. (1995): Growth hormone-releasing hormone: synthesis and signaling. *Recent Prog. Horm. Res.* 50: 35–73.
- McArdle, C. A., Holtorf, A. P. (1989): Oxytocin and progesterone release from bovine corpus luteal cells in culture: effects of insulin-like growth factor I, insulin and prostaglandins. *Endocrinology*, 124: 1278–1286.
- McCarthy, S., Berry, D. P., Dillon, P., Rath, M., Horan, B. (2007): Influence of Holstein-Friesian strain and feed system on bodyweight and body condition score lactation profiles. *J. Dairy Sci.* 90: 1859–1869.
- McGarry, J. D., Brown, N. F. (1997): The mitochondrial carnitine palmitoyltransferase system. From concept to molecular analysis. *Eur. J. Biochem.* 244: 1–14.
- McNamara, J. P. (1989): Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation. 5. Relationships of lipid synthesis and lipolysis with energy intake and utilization. *J. Dairy Sci.* 72: 407–418.
- Miglior, F., Muir, B. L., Van Doormaal, B. J. (2005): Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.* 88: 1255–1263.

- Minami, S., Kamagai, J., Sugihara, H., Suzuki, N., Wakabayashi, I. (1998): Growth hormone inhibits its own secretion by acting on the hypothalamus through its receptors on neuropeptide Y neurons in the arcuate nucleus and somatostatin neurons in the periventricular nucleus. *Endocrinol. Jpn.* 45: 19–26.
- Moyes, K. M., Larsen, T., Ingvarsten, K. L. (2013): Generation of an index for physiological imbalance and its use as a predictor of primary disease in dairy cows during early lactation. *Journal of Dairy Science* 96: 2161–2170.
- Oetzel, G. R. (2004): Monitoring and testing dairy herds for metabolic diseases. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 20: 651–674.
- Opsomer, G. (2015): Interaction between metabolic challenges and productivity in high yielding dairy cows. *Jpn. J. Vet. Res.* 63 Suppl. 1: S1–14.
- Overton, T. R., Waldron, M.R. (2004): Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci.* 87: 105–119.
- Pires, J. A., Souza, A. H., Grummer, R. R. (2007): Induction of hyperlipidemia by intravenous infusion of tallow emulsion causes insulin resistance in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 90: 2735–2744.
- Pires, J. A., Delavaud, C., Faulconnier, Y., Pomiès, D., Chilliard, Y. (2013): Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 96: 6423–6439.
- Pryce, J. E., Harris, B. L. (2006): Genetics of body condition score in New Zealand dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 4424–4432.
- Quiroz-Rocha, G. F., Le Blanc, S., Duffield, T., Wood, D., Leslie, K. E., Jacobs, R. M. (2009): Evaluation of prepartum serum cholesterol and fatty acids concentrations as predictors of postpartum retention of the placenta in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 234(6): 790–793.
- Rathbun, F. M., Pralle, R. S., Bertics, S. J., Armentano, L. E., Cho, K., Do, C., Weigel, K. A., White, H. M. (2017): Relationships between body condition score change, prior mid-lactation phenotypic residual feed intake, and hyperteconemie onset in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100: 1–12.
- Randel, R. D. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68(3): 853–862.
- Rhoads, R. P., Kim, J. W., Leury, B. J., Baumgard, L. H., Segoale, N., Frank, S. J., Bauman, D. E., Bosclair, Y. R. (2004): Insulin increases the abundance of the growth hormone receptor in liver and adipose tissue of periparturient dairy cows. *J. Nutr.* 134: 1020–1027.
- Roche, J. F., Mackey, D., Diskin, M. D. (2000): Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60–61: 703–712.

- Roche, J. R., Kolver, E. S., Kay, J. K. (2005): Influence of precalving feed allowance on periparturient metabolic and hormonal responses and milk production in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88: 677–689.
- Roche, J. F. (2006): The effect on nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci.* 96 (3–4): 282–296.
- Roche, J. R., Berry, D. P., Kolver, E. S. (2006a): Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight and body condition score profiles in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 3532–3543.
- Roche, J. R., Berry, D. P., Lee, J. M., Macdonald, K. A., Boston, R. C. (2007a): Describing the body condition score change between successive calvings: A novel strategy generalizable to diverse cohorts. *J. Dairy Sci.* 90: 4378–4396.
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J. Berry, D. P. (2009): Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. *J. Dairy Sci.* 92: 5769–5801.
- Roche, J. R., Turner, L. R., Lee, J. M., Edmeades, D. C., Donaghy, D. J. Macdonald, K. A., Penno, J. W., Berry, D. P. (2009a): Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2. Temporal patterns and intra- relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Anim. Prod. Sci.* 49: 200–210.
- Roche, J. R., Turner, L. R., Lee, J. M., Edmeades, D. C., Donaghy, D. J., Macdonald, K. A., Penno, J. W., Berry, D. P. (2009b): Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 4. Effects on dairy cattle production. *Anim. Prod. Sci.* 49: 222–232.
- Roche, J. R., Burke, C. R., Kay, J. K., Phyn, C. V. C., Meier, S., Lucy, M. C. (2009c): Genetic strain x diet interactions on physiological parameters associated with milk production, energy partitioning, and reproduction. *Proc. XI Int. Symp. Rum. Physiol.*: 776–777.
- Roche, J. R., Meier, S., Heiser A., Mitchell, M. D., Walker, C. G., Crookenden, M. A., Vailati Riboni, M., Looor, J. J., Kay J. K. (2015): Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98: 7164–7182.
- Roche, J. R., Heiser A., Mitchell, M. D., Crookenden, M. A., Walker, C. G., Kay, J. K., Vailati Riboni, M., Looor, J. J., Meier, S. (2017): Strategies to gain body condition score in pasture-based dairy cows during late lactation and the far-off nanlactating period and their interaction with close-uo dry matter intake. *J. Dairy Sci.* 100: 1720–1738.
- Royal, M. D., Darwash, A. O., Flint, A. P. F., Webb, R., Woolliams, J. A., Lamming, G. E. (2000): Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Anim. Sci.* 70: 487–501.
- Rüegg, P. L. (1991): Body condition scoring in dairy cows: relationships with yield, reproduction, nutrition and health. *Compend. Contin. Educ. Prac. Vet.* 13:1309–1313.

- Samarütel, J., Waldmann, A., Ling, K., Jaakson, H., Kaart, T., Leesmae, A., Kärt, O. (2008): Relationships between luteal activity, fertility, blood metabolites and body condition score in multiparous Estonian Holstein dairy cows under different management. *J. Dairy Res.* 75(4): 485–490.
- Schams, D., Koll, R., Li, H. C. (1988): Insulin-like growth factor-I stimulates oxytocin and progesterone production by bovine granulosa cells in culture. *J. Endocrinol.* 116: 97–100.
- Schweizer, G., Braun, U., Deplazes, P., Torgerson, P.R. (2005): Estimating the financial losses due to bovine fasciolosis in Switzerland. *Veterinary Record* 157, 188–193.
- Sheehy, M. R., Fahey, A.G., Aungier, S. P. M., Carter, F., Crowe, M. A., Mulligan, F. J. (2017): A comparison of serum metabolic and production profiles of dairy cows that maintained or lost body condition 15 days before calving. *J. Dairy Sci.* 100: 536–547.
- Shook, G. E. (1989): Selection for disease resistance. *J. Dairy Sci.* 72: 1349–1362.
- Smith, T. R., Hippen, A. R., Beitz, D. C., Young, J. W. (1997): Metabolic characteristics of induced ketosis in normal and obese dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80(8): 1569–81.
- Smith, B. I., Risco, C. A. (2005): Management for periparturient disorders in dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 21: 503–521.
- Smith, G. L., Friggens, N. C., Ashworth, C. J., Chagunda, M. G. G. (2017): Association between body energy content in the dry period and post-calving production disease status in dairy cattle. *Animal* 11(9): 1590–1598.
- Spicer, L. J., Trucker, W. B., Adams, G. D. (1990): Insulin-like growth factor 1 in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity and estrus behavior. *J. Dairy Sci.* 73: 929–937.
- Steffen, O. (2006): Bayessche Netzwerke. Proseminar: Machine Learning, SS 27. Juni 2006, Comp. Sci. Dept., Computer Architecture, Prof. Dr. Zell, Universität Tübingen, www.ra.cs.uni-tuebingen.de/lehre/ss06/pro_learning.htm (16.07.14).
- Steinwigger, A., Gruber, L. (2002): Leistungsgrenzen der Milchkühe im Biolandbau sowie bei konventioneller Haltung. Seminar "Leistungszucht und Leistungsgrenzen beim Rind". Genetischer Ausschuss der ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter). Salzburg: 13–35.
- Stengarde, L., Traven, M., Emanuelson, U., Holtenius, K., Hultgren, J., Niskanen, R. (2008): Metabolic profiles in five high-producing Swedish dairy herds with a history of abomasal displacement and ketosis. *Acta Vet. Scand.* 50: 31.
- Stipanuk, M. H. (2000): Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition. Pennsylvania, Philadelphia, W.B. Saunders Company, USA.
- Stockdale, C. R. (2001): Body condition at calving and the performance of dairy cows in early lactation under Australian conditions: A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 41: 823–829.

- Studer, E. (1997): A veterinary perspective of on-farm evaluation of nutrition and reproduction. *J. Dairy Sci.* 81: 872–876.
- Tiezzi F., Maltecca, C., Cecchinato, A., Penasa, M., Bittante, G. (2013): Thin and fat cows, and the nonlinear genetic relationship between body condition score and fertility. *J. Dairy Sci.* 96: 6730–6741.
- Treacher, R. J., Reid, I. M., Roberts, C. J. (1986): Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *Anim. Prod.* 43 (1): 1–6.
- Van Arendonk, J. A. M., Nieuwhof, G. J., Vos, H., Korver, S. (1991): Genetic aspects of feed intake and efficiency in lactating dairy heifers. *Livest. Prod. Sci.* 29: 263–275.
- Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W., Nordhuizen, J. P. T. M. (1998): Genetic parameters of health disorders and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cow. *J. Dairy Sci.* 81: 2264–2270.
- Veerkamp, R. F., Brotherstone, S. (1997): Genetic correlations between linear type traits, food intake, live weight and condition score in Holstein Friesian dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 64: 385–392.
- Veerkamp, R. F., Oldenbroek, J. K., Van der Gaast, H. J., Van der Werf, J. H. J. (2000): Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance and live weights. *J. Dairy Sci.* 83: 577–583.
- Vernon, R. G. (1992): Control of lipogenesis and lipolysis. Pages 59–82 in *The Control of Fat and Lean Deposition*. Buttery, P. J., Boorman, K. N., Lindsay, D. B., ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
- Waltner, S.S., McNamara, J. P., Hillers, J. K. (1993): Relationship of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76: 3410–3419.
- Wathes, D. C., Taylor, V. J., Cheng, Z., Mann, G. E. (2003): Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. *Reprod.* 61: 219–237.
- Wathes, D.C., Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D.G., Kenny, D., Murphy, J., Fitzpatrick, R. (2007): Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology* 68 (1): 232–241.
- Weber, C., Losand, B., Tuchscherer, A., Rehbock, F., Blum, E., Yang, W., Bruckmaier, R. M., Sanftleben, P., Hammon, H. M. (2015): Effects of dry period length on milk production, body condition, metabolites, and hepatic glucose metabolism in dairy cows. *Theriogenology* 68 (1): 232–241.
- Westwood, C. T., Lean, I. J., Garvin, J. K. (2002): Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J. Dairy Sci.* 85: 3225–3237.
- Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Bowman, R. L. (1982): A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65: 495–501.

- Windig, J. J., Calus, M. P. L., Veerkamp, R. F. (2005): Influence of herd environment on health and fertility and their relationship with milk production. *J. Dairy Sci.* 88: 335–347.
- Wright, I. A., Russell, A. J. F. (1984): Estimation in vivo of the chemical composition of the bodies of mature cows. *Anim. Prod.* 38: 33–44.
- Zaaijer, D., Noordhuizen, J. P. (2003): A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows. *Ir. Vet. J.* 56: 145–151.
- Zamet, C. N., Colenbrander, V. F., Callahan, C. J., Chew, B. P., Erb, R. E. Moeller, N. J. (1979): Variables associated with peripartum traits in dairy cows. I. Effect of dietary forages and disorders on voluntary intake of feed, body weight and milk yield. *Theriogenology* 11: 229–244.
- Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., Friedman, J. M. (1994): Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372: 425–432.

9. ANHANG

Anhang 1:

Fragebogen der Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Departement für Nutztiere,
Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich

Allgemeine Daten

Zuständiger Tierarzt:

Datum: _____

Betriebs-Nr.: _____

Betrieb: _____

Telefon: _____

Herdebuchbetrieb: ☐ ja Herdebuch-Nr.: _____
☐ nein

Bestandestierarzt: _____

Telefon: _____

Art der Probleme: ☐ Fruchtbarkeit
☐ Klauen
☐ Abort
☐ Aufzucht
☐ Euter
☐ andere Probleme: _____

Dauer der Probleme:

- Zeitpunkt:
- ☐ das ganze Jahr
 - ☐ Frühling
 - ☐ Herbst
 - ☐ Winter
 - ☐ Sommer
 - ☐ unterschiedlich

Kurze Beschreibung der Situation:

Allgemeine Betriebsdaten

- Katasterzone:
- ☐ Talgebiet
 - ☐ Voralpine Hügelzone
 - ☐ Bergzone I
 - ☐ Bergzone II
 - ☐ Bergzone III
 - ☐ Bergzone IV
- Betriebsart:
- ☐ konventionelle Produktion
 - ☐ kontrollierter Bio-Betrieb
 - ☐ Integrierte Produktion (IP)
 - ☐ Mutter- / Ammenkuhbetrieb
- Haupterwerb:
- ☐ ja
 - ☐ nein: _____

Betriebsgrösse: _____ ha

Futterbau: _____ ha

Ackerbau: _____ ha

☐ Naturwiese

☐ Kunstwiese (_____ %)

☐ Monokultur (_____)

☐ Verschiedenes: _____

Düngung: ☐ Hofdünger

☐ Klärschlamm

☐ Kunstdünger: _____

Schädlingsbekämpfung:

☐ ja; Was: _____

☐ nein (exkl. "Blacken")

Wasseranschluss: ☐ Gemeinde ☐ Privat: kontrolliert: ☐ ja ☐ nein

Umwelt: ☐ Industrie: _____

☐ Topographische Besonderheiten (z.B. Feuchtgebiet, etc.):

☐ Agglomeration: _____

☐ andere: _____

☐ keine

Tierbestand

Rasse: ☐ Braunvieh
☐ Schwarzfleckvieh
☐ Rotfleckvieh
☐ andere Rassen: _____

Anzahl Kühe: _____

Anzahl Zuchtrinder (> 6 Monate): _____

Anzahl Mastrinder: _____

Anzahl Zuchtkälber (< 6 Monate): _____

Anzahl Mastkälber: _____

Zuchtstier: ☐ ja; Anzahl: _____

seit wann im Betrieb: _____

deckt auch betriebsfremde Kühe: ☐ ja ☐ nein

☐ nein

Zukauf von Tieren in den letzten Jahren: ☐ ja ☐ nein

wann: _____

Wird mit Tieren gehandelt? ☐ ja ☐ nein

Andere Nutztiere: _____

Krankheiten anderer Tiere auf dem Hof: _____

Jahresmilchleistung: _____

Haltung

Stalltyp: ☐ Anbindestall
☐ Boxen-Laufstall
☐ Tiefstreulaufstall
☐ anderer Stalltyp: _____

Tiertrennung: ☐ alle Tiere integriert
☐ im Kuhstall
☐ Kälber getrennt
☐ Rinde getrennt

Einstreu: ☐ keine Einstreu
☐ Strohhäcksel
☐ Sägemehl
☐ Langstroh
☐ _____

Bodenausführung: ☐ Beton/Steinboden
☐ Gummimatten
☐ Holz
☐ _____

Entmistung: ☐ manuell
☐ mechanisch
☐ Schwemmkanal
☐ _____

Anbindestall

Lägerlänge: _____

Kuhtrainer: ☐ ja ☐ nein
Betriebszeit _____

Futtertrog: ☐ offener Futtertrog ☐ Absperrgitter ☐ _____

Anbindesystem: ☐ Kreuzkette ☐ Halsrahmen
☐ Grabnerkette ☐ _____

Laufstall

Bodenausführung: ☐ Beton / Steinboden
☐ Spaltenboden (Fressbereich)

Auslauf und Alpung

Auslauf im Winter: ☐ ja ☐ alle Tiere ☐ gezielt: _____

Dauer / Häufigkeit: _____

☐ nein

Weidegang: ☐ ja
☐ ganze Periode / Dauer pro Tag: _____ h
☐ nur Frühling
☐ nur Herbst
☐ unregelmässig

☐ nein

Alpung: ☐ ja ☐ nein

Anzahl Kühe: _____

Zeitraum: _____

Anzahl Rinder: _____

Zeitraum: _____

Abgänge in den letzten 12 Monaten

Grund	Anzahl Kühe	Anzahl Rinder
Fruchtbarkeit		
Abort		
Mastitis		
Stoffwechsel		
Gliedmassen		
Alter		
Leistung		
Andere		
Total		

Krankheiten

	Nie	hie und da	manchmal	oft	Adulte Tiere	Jungtiere	Zukäufe	Saisonal
Haut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verdauung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metabolismus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puerperium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sterilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Euter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZNS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klauen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atemwegs- erkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Datenblatt der metabolischen Profile der Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Departement für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich

Metabolische Analysen Tierspital Zürich

Name / Nom:	Datum / Date:
Vorname / Prénom:	Betriebsnummer intern:
Adresse	Zeit / Heure:
PLZ / Wohnort / NPA Domicile:	durch / par:
Tel. / Tél :	Datum der Analyse / Date de l'analyse.
Entnahme Nr. / Prise No:	
1	1° Sodium Fluoride (grau / gris)
	2° Serum (rot / rouge)
	3° Harn / Urine

115

10. DANKSAGUNG

Allen Personen, die mich unterstützt und zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, danke ich ganz herzlich:

Herrn Prof. Dr. M. Hässig, Vetsuisse-Fakultät Zürich, Abteilung AgroVet-Strickhof, Universität Zürich für die Übernahme des Referats, die wissenschaftliche Mitarbeit, die Bewältigung der statistischen Fragestellungen und die stets kompetente, jederzeit kollegiale, geduldige und freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung dieser Studie.

Frau PD Dr. Sonja Hartnack, Institut für Epidemiologie, Vetsuisse-Fakultät Zürich, Universität Zürich für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Dr. F. Lewis, Institut für Epidemiologie, Vetsuisse-Fakultät Zürich, Universität Zürich (bis 2017), jetzt Institute for Clinical and Economic Review and the Office of Health Economics (OHE), Southside, 7th Floor, 105 Victoria Street, London SW1E 6QT (UK) für die Berechnungen des „azyklischen Bayes Netzwerk“.

Frau B. König für die schnellen und präzisen Laboruntersuchungen.

Herrn med. vet. P. Moor, Tann für die Überlassung seiner Kundschaft.

Ich danke allen Landwirten, die uns ihre Zeit und ihre Tiere zur Verfügung gestellt haben, einen Einblick in ihre Aufzeichnungen gewährten und somit tatkräftig zum Gelingen dieser Arbeit mitgeholfen haben.

11. CURRICULUM VITAE

Vorname Name	Annina Denise Hanimann
Geburtsdatum	28.07.1982
Geburtsort	Zürich
Nationalität	Schweiz
Heimatort	Mörschwil (SG)
1989 – 1995	Primarschule Küblis (GR), Schweiz
1995 – 2002	Gymnasium der Evangelischen Mittelschule Schiers (GR), Schweiz
2002	Matura Typus D
2003 – 2008	Studium der Veterinärmedizin (Schwerpunkt Pferd) der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
2008	Abschlussprüfung vet. med.
2011 – 2019	Anfertigung der Dissertation unter der Leitung von Prof. Dr. med. vet. Michael Hässig am Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich Vorsteher: Prof. Dr. med. vet. Heinrich Bollwein
2008 – 2009	BVD-Ausrottungsprogramm, Veterinäramt Zürich
2009 – 2012	Assistentin in der Grosstierpraxis Moor, Tann (ZH)
2012 – 2013	Assistentin in der Tierklinik 24, Staffelbach (AG)
2013 – 2015	Assistentin in der Tierklinik Stockrüti, Berg (TG)

2015 – 2017	Assistentin in der Pferdeklinik Dalchenhof (AG)
2017 – 2018	Assistentin an der Klinik für Pferdechirurgie der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
Seit 2018	Teilhaberin der vets7304 AG - Praxis für Kleintiere & Pferde, Maienfeld (GR)